

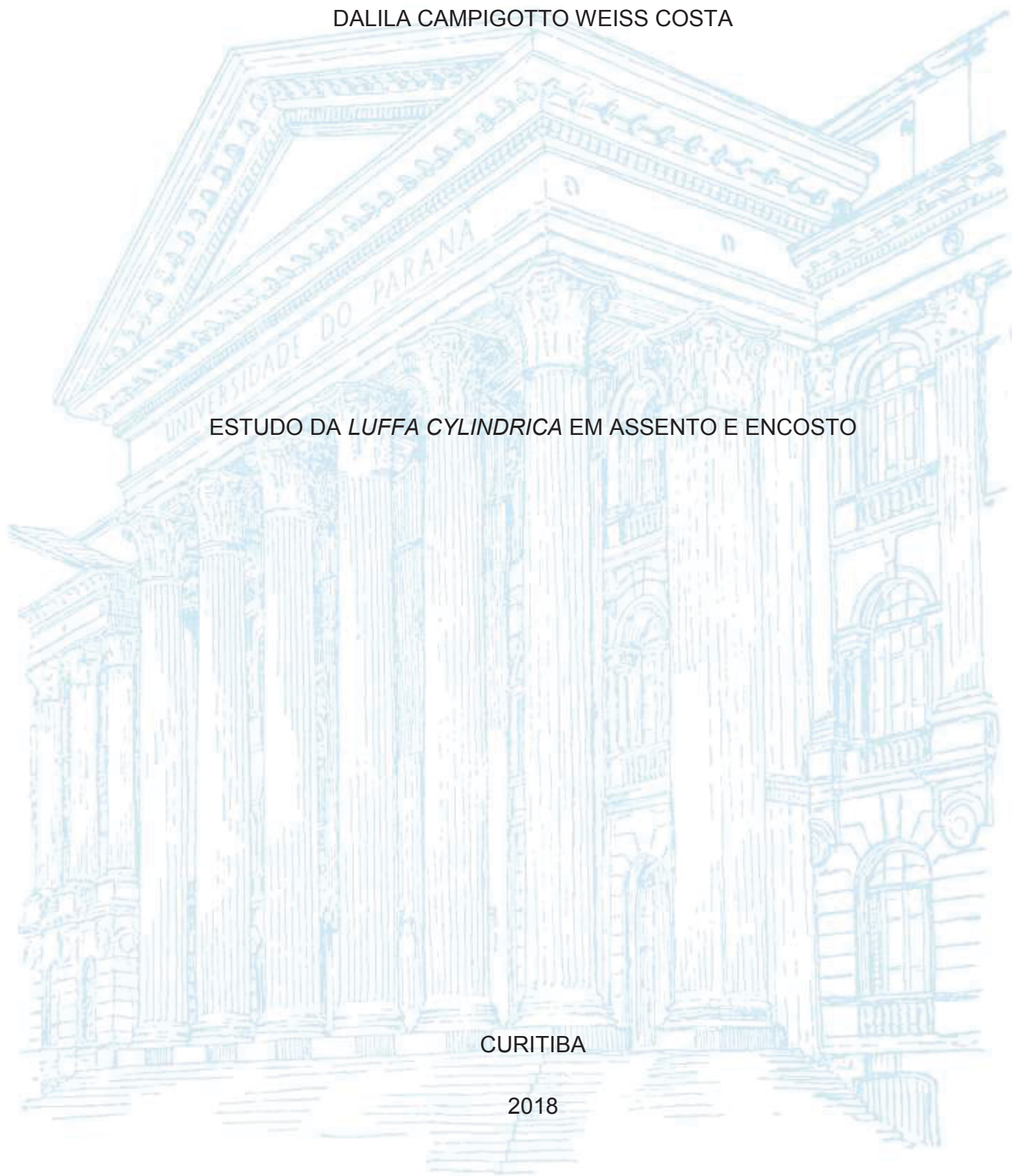
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

DALILA CAMPIGOTTO WEISS COSTA

ESTUDO DA *LUFFA CYLINDRICA* EM ASSENTO E ENCOSTO

CURITIBA

2018



DALILA CAMPIGOTTO WEISS COSTA

ESTUDO DA *LUFFA CYLINDRICA* EM ASSENTO E ENCOSTO

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Engenharia Mecânica, Programa de Pós Graduação em Engenharia Mecânica, Setor de Tecnologia, Universidade Federal do Paraná.

Orientadora: Prof.^a. Dr.^a. Maria Lúcia Leite Ribeiro Okimoto

CURITIBA

2018

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELO SISTEMA DE BIBLIOTECAS/UFPR
BIBLIOTECA DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA

C837e Costa, Dália Campigotto Weiss
Estudo da Lufsa cilíndrica em assento e encosto / Dália Campigotto Weiss Costa. -- Curitiba, 2018.
119 p. : il. color. ; 30 cm.

Dissertação - Universidade Federal do Paraná, Setor de Tecnologia, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica, 2018.

Orientadora: Maria Lúcia Leite Ribeiro Okimoto.

1. Assentos. 2. Conforto térmico. 3. Lufsa Cilíndrica. 4. Termografia. I. Universidade Federal do Paraná. II. Okimoto, Maria Lúcia Leite Ribeiro. III. Título.

CDD: 620.1

Bibliotecária: Romilda Santos - CRB-0/1214



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
REITOR TECNOLÓGIA
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
PROREITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA
MECÂNICA


TERMO DE APROVAÇÃO

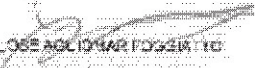
Os membros da Banca Examinadora constituída pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em ENGENHARIA MECÂNICA da Universidade Federal do Paraná, após a leitura e discussão para a realização da avaliação da dissertação de Mestrado de **DALLA CAMPICOTTO WEISS COSTA** intitulada: **ESTUDO DA LUFFA CYLINDRICA EM ASSENTOS E EMPOSTOS**, após leitura e discussão, aprovou a aprovação do trabalho, sendo o parecer de 2 votos APPROVAÇÃO no item de debate.

A publicação do título da dissertação está sujeita à homologação pelo Colegiado, após atendimento de todas as indicações e correções solicitadas pela Banca e ao pleno atendimento das demandas administrativas do Programa de Pós-Graduação.

Curitiba, 21 de Março de 2016.


MARIA LUCIA LEITE RIBEIRO OKAMOTO
Presidente da Banca Examinadora (UFPR)


EUGENIO ANDRES DIAZ MERINO
Avaliador Externo (UFSC)


JOSE ADILSON FOSSATI JR
Avaliador Externo (UF-PR)

A minha família, Rodrigo e Laura.

“E ainda que tivesse o dom de profecia, e conhecesse todos os mistérios e toda a ciência, e ainda que tivesse toda a fé, de maneira tal que transportasse os montes, e não tivesse amor, nada seria. ”

1 Coríntios 13:2

AGRADECIMENTOS

À Deus.

À Professora Maria Lucia, pelos ensinamentos, pela orientação, e por me mostrar quais caminhos seguir.

À Universidade Federal do Paraná.

Capes - À Coordenação de Aperfeiçoamento Pessoal de Nível Superior – CNPq, pela bolsa de estudos e todo apoio financeiro concedido.

Aos professores do Programa de pós-graduação em Engenharia Mecânica (PGMec). Especialmente ao Coordenador Carlos Alberto Bavastri e ao secretário Márcio B. Tenório.

À Fundação Araucária por permitir a realização prática de parte dessa pesquisa.

As minhas queridas amigas acadêmicas Bruna Brogin, Sandra Marchi e Gladis Galindo, por servirem de inspiração e por todo o companheirismo durante esta caminhada.

Ao Dr. Carlos Dalmaso pelo empréstimo do equipamento e por sanar as dúvidas com relação a Termografia.

Ao Sr. Flávio Marinho, pela vivência proporcionada na indústria.

Ao Gustavo da empresa Espumalva, pela doação das buchas vegetais.

Aos meus pais, que mesmo distante, sempre me incentivaram a não desistir, apesar de todas as adversidades, a vida continua.

E principalmente à minha família, Rodrigo e Laura, por serem luz em minha vida e fonte diária de amor.

“ Aprender é a única coisa de que a mente nunca se cansa,
nunca tem medo, e nunca se arrepende. ”

Leonardo da Vinci

RESUMO

A conscientização da sociedade com relação ao consumo desenfreado de recursos provenientes de fontes não renováveis faz com que a indústria procure matérias primas alternativas, oriundas de fontes renováveis. As fibras naturais são uma boa alternativa para esta substituição. Este estudo procurou explorar a aplicação de fibra de *Luffa Cylindrica*, uma fibra natural em assentos e encosto, bem como suas aplicações industriais. Esta pesquisa é exploratória experimental. O objetivo desse estudo foi identificar o conforto térmico proporcionado por dois assentos constituídos de materiais diferentes, e mensurar a diferença de temperatura proporcionada por estes. Um assento era composto de espuma de poliuretano injetada, e o outro confeccionado com uma manta de fibra natural. A fibra natural utilizada para a confecção do assento foi a *Luffa Cylindrica*, uma planta subtropical, encontrada em abundância no Brasil, conhecida popularmente como “bucha vegetal”. Para mensurar a temperatura dos usuários após o contato com os assentos, foi utilizada uma câmera termográfica que detecta os locais aonde existem alterações de perfusão cutânea, as quais emitem radiações infravermelhas, e transforma-as em termogramas, que são as imagens termográficas, estes por sua vez exibem valores possíveis de serem analisados. No total foram realizadas quatro coletas de dados termográficos. A primeira teve como objetivo estabelecer um protocolo para a tomada de imagens que fosse facilmente reproduzido. A segunda coleta de dados teve como intuito verificar a mudança de temperatura proporcionada aos usuários quando estes utilizavam roupas do cotidiano, na terceira a finalidade foi analisar a temperatura dos usuários controlando a variável vestimenta e, por fim a quarta coleta de dados teve como propósito avaliar a temperatura corporal dos usuários e de sua roupa, analisando a influência que a roupa exerce sob o aumento de temperatura na pele do usuário no contexto estudado. Os resultados finais obtidos mostram que a termografia é um método eficiente para realizar este tipo de análise, visto que foi possível mensurar a diferença de temperatura proporcionada pelos materiais estudados. Os assentos proporcionaram diferença de temperatura embora em duas coletas de dados termográficos realizadas a diferença de temperatura identificada foi pequena. E em grande parte dos sujeitos, o tempo de vinte minutos após o início da coleta de dados foi suficiente para captar valores consideráveis quanto a mudança de temperatura considerando que, após este tempo a temperatura em grande parte dos usuários tende a se estabilizar quando o assento de *Luffa Cylindrica* é utilizado.

Palavras-chave: Assentos, Conforto térmico, *Luffa Cylindrica*, Termografia.

ABSTRACT

The awareness of society regarding the uncontrolled consumption of resources from non-renewable sources makes the industry look for alternative raw materials from renewable sources. Natural fibers are a good alternative for this replacement. This study explore the application of *Luffa Cylindrica* fiber, a natural fiber in seat and backrest, as well as its industrial applications. This research is experimental exploratory. The objective of this study was identify the thermal comfort provided by two seats, made with different materials, and measures the difference temperature provided by these. One seat was composed with of injected polyurethane foam and other one made with natural fibers blanket. A natural fiber used to make the seat was a "*Luffa Cylindrica*", a subtropical plant, found in abundance in Brazil, popularly known as "bucha vegetal". To measure the users' temperature after the contact with the seats, it was used a thermal camera that detects the places where exists alteration in cutaneous, this alteration emits a infrared radiations, and transform them in thermography images, called thermogram, and these images exhibit possible values to be analyzed. Four experiments was realized to analyze the alteration of temperature provides by the seats. In the first test the objective was establish a protocol that was easily reproduced. The second experiment had as intention to verify the change of proportionate temperature to the users when these used current clothes of the daily, in the third the purpose was analyze the users' temperature controlling the variable "clothes" and finally the fourth experiment had as purpose to evaluate the users' corporal temperature and of his/her clothes, analyzing the influence of clothes in user's skin in this context. The results shows that thermography is an efficient method to realize this kind of analyze, once was possible to measure the difference between the studied materials. The seats provide a difference of temperature, although in two tests performed the temperature difference identified was small. And in most of the users, the time of twenty minutes after the beginning of tests was sufficient to capture considerable values regarding the change of temperature considering that after this time the temperature in most of the users tends to stabilize when the seat of *Luffa Cylindrica* is used.

Key-words: Seats, thermal comfort, *Luffa Cylindrica*, thermography

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - FIBRA DA <i>LUFFA CYLINDRICA</i>	25
FIGURA 2 - FORMAÇÃO DO GRUPO URETANO.	27
FIGURA 3 - DIMENSÕES DE CONFORTO SEGUNDO VAN DER LINDEN (2007) ..	30
FIGURA 4 - TUBEROSIDADES ISQUIÁTICAS.	32
FIGURA 5 - DISTRIBUIÇÃO DE PRESSÕES SOBRE O ASSENTO, COM ESTOFAMENTO DURO E COM ESTOFAMENTO MACIO.....	32
FIGURA 6 - FUNCIONAMENTO TRANSFERÊNCIA DE CALOR.....	36
FIGURA 7 - COMPORTAMENTO DA IRRADIAÇÃO SOB UM CORPO SÓLIDO. ...	40
FIGURA 8 - FUNCIONAMENTO DA CÂMERA TERMOGRÁFICA.	42
FIGURA 9 - TERMOGRAMA.....	42
FIGURA 10 - FLUXOGRAMA COM A ESTRUTURA DA COLETA DE DADOS	45
FIGURA 11 - FIBRAS DE SILICONE (1) E FIBRAS DE <i>LUFFA CYLINDRICA</i> (2). ..	49
FIGURA 12 - SÍNTESE DOS MATERIAIS UTILIZADOS NA COLETA DE DADOS TERMOGRÁFICOS.....	49
FIGURA 13 - <i>LUFFA CYLINDRICA</i> CORTADA LONGITUDINALMENTE.	50
FIGURA 14 - MODIFICAÇÃO DOS ASSENTOS.	51
FIGURA 15 - ASSENTOS PREPARADOS PARA A COLETA DE DADOS. ASSENTO A, PREENCHIDO COM MANTA DE <i>LUFFA CYLINDRICA</i> E O ASSENTO B, PREENCHIDO COM ESPUMA DE POLIURETANO MOLDADA.	52
FIGURA 16 - LOCALIZAÇÃO DOS PONTOS SELECIONADOS NO SUJEITO.	53
FIGURA 17 - MAPA DE DESCONFORTO MUSCULAR DE CORLETT E BISHOP. ..	55
FIGURA 18 - ESCALA DE AVALIAÇÃO DE DESCONFORTO.....	55
FIGURA 19 - PROTOCOLO PARA A REALIZAÇÃO DA COLETA DE DADOS TERMOGRÁFICOS	56
FIGURA 20 - MÉTODO PARA A REALIZAÇÃO DA COLETA DE DADOS	57
FIGURA 21 - SÍNTESE DOS MÉTODOS UTILIZADOS NA COLETA DE DADOS... ..	58
FIGURA 22 - CONFECÇÃO PROTÓTIPO INDUSTRIAL COM MANTA DE <i>LUFFA CYLINDRICA</i>	59
FIGURA 23 - PROTÓTIPO ASSENTO INDÚSTRIAL	59
FIGURA 24 - TERMOGRAMA ANTES DE INICIAR COLETAS DE DADOS TERMOGRÁFICOS.	60

FIGURA 25 – DESTAQUE DO COLAPSO QUE OS ASSENTOS SOFRERAM NO PROCESSO PRODUTIVO.....	80
FIGURA 28 - CORPO DE PROVA APÓS A EXECUÇÃO DO TESTE DE FLAMABILIDADE.....	81

LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1 - EVOLUÇÃO DA TEMPERATURA AO LONGO DO TEMPO NO SEGUNDO TESTE – ASSENTO A	63
GRÁFICO 2 - EVOLUÇÃO DA TEMPERATURA AO LONGO DO TEMPO NO SEGUNDO TESTE – ASSENTO B	63
GRÁFICO 3 - EVOLUÇÃO DA TEMPERATURA AO LONGO DO TEMPO NO TERCEIRO TESTE – ASSENTO A.....	66
GRÁFICO 4 - EVOLUÇÃO DA TEMPERATURA AO LONGO DO TEMPO NO TERCEIRO TESTE – ASSENTO B.....	66
GRÁFICO 5 - EVOLUÇÃO DA TEMPERATURA AO LONGO DO TEMPO NO QUARTO TESTE – ASSENTO A - VARIAÇÃO ROUPA	67
GRÁFICO 6 - EVOLUÇÃO DA TEMPERATURA AO LONGO DO TEMPO NO QUARTO TESTE – ASSENTO B - VARIAÇÃO ROUPA.....	68
GRÁFICO 7 - EVOLUÇÃO DA TEMPERATURA AO LONGO DO TEMPO NO QUARTO TESTE – ASSENTO A - VARIAÇÃO PELE	69
GRÁFICO 8 - EVOLUÇÃO DA TEMPERATURA AO LONGO DO TEMPO NO QUARTO TESTE – ASSENTO B - VARIAÇÃO PELE	69
GRÁFICO 9 - VARIAÇÃO DE TEMPERATURA NA SEGUNDA COLETA DE DADOS	70
GRÁFICO 10 - VARIAÇÃO DE TEMPERATURA NA TERCEIRA COLETA DE DADOS	71
GRÁFICO 11 - VARIAÇÃO DE TEMPERATURA NA QUARTA COLETA DE DADOS – VESTIMENTA/PELE	72
GRÁFICO 12 - TEMPERATURA FINAL DOS ASSENTOS – SEGUNDA COLETA DE DADOS – REGIÃO 1.....	73
GRÁFICO 13 - TEMPERATURA FINAL DOS ASSENTOS - SEGUNDA COLETA DE DADOS - REGIÃO 2 E 3	73
GRÁFICO 14 - TEMPERATURA FINAL DOS ASSENTOS - TERCEIRA COLETA DE DADOS - REGIÃO 1	74
GRÁFICO 15 - TEMPERATURA FINAL DOS ASSENTOS - TERCEIRA COLETA DE DADOS - REGIÃO 2 E 3	75
GRÁFICO 16 - TEMPERATURA FINAL DOS ASSENTOS - QUARTA COLETA DE DADOS – REGIÃO 1.....	76

GRÁFICO 17 - TEMPERATURA FINAL DOS ASSENTOS – QUARTA COLETA DE DADOS – VESTIMENTA – REGIÃO 2 E 3	76
GRÁFICO 18 - TEMPERATURA FINAL DOS ASSENTOS - QUARTA COLETA DE DADOS - PELE - REGIÃO 1	77
GRÁFICO 19 - TEMPERATURA FINAL DOS ASSENTOS - QUARTA COLETA DE DADOS - PELE - REGIÃO 2 E 3.....	78

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - NORMAS - ASSENTOS CONFECCIONADOS COM ESPUMAS DE POLIURETANO.	28
TABELA 2 - TEMPERATURAS OBTIDAS EM CONTATO COM O ENCOSTO DE LUFFA <i>CYLINDRICA</i>	61
TABELA 3 - TEMPERATURAS OBTIDAS EM CONTATO COM O ENCOSTO DE FIBRAS DE SILICONE.....	61
TABELA 4 - COMPARATIVO ENTRE AS TEMPERATURAS OBTIDAS NA PRIMEIRA COLETA DE DADOS.....	62
TABELA 5 - EVOLUÇÃO DA TEMPERATURA NA SEGUNDA COLETA DE DADOS	62
TABELA 6 - EVOLUÇÃO DA TEMPERATURA NA TERCEIRA COLETA DE DADOS	64
TABELA 7 - EVOLUÇÃO DA TEMPERATURA NO QUARTO TESTE - VARIAÇÃO VESTIMENTA	66
TABELA 8 - EVOLUÇÃO DA TEMPERATURA NA QUARTA COLETA DE DADOS - VARIAÇÃO PELE.....	68
TABELA 9 - PRESSÃO E/OU TEMPERATURA PERCEBIDA PELO SUJEITO.	79
TABELA 10 - DESCONFORTO PERCEBIDO PELO SUJEITO - ASSENTO A.	79
TABELA 11 - DESCONFORTO PERCEBIDO PELO SUJEITO - ASSENTO B.	80
TABELA 12 - RESULTADOS DO ENSAIO DE FLEXIBILIDADE	81
TABELA 14 - RESULTADOS – ENSAIO DE FLAMABILIDADE.....	81

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SIMBOLOS

ABERGO	- Associação Brasileira de Ergonomia
ASHRAE	- Sociedade Americana de Aquecimento, Refrigeração e Engenheiros de Ar Condicionado
ABNT NBR	- Associação Brasileira de Normas Técnicas
FLIR	- Forward Coupled Device
FIR	- Faixa Infravermelho longo
IEA	- International Ergonomics Association
LABERG	- Laboratório de Ergonomia e Usabilidade da Universidade Federal do Paraná
TCLE	- Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	18
1.1	JUSTIFICATIVA.....	19
1.2	OBJETIVO	20
1.2.1	Objetivo Geral.....	20
1.2.2	Objetivos Específicos	20
1.2.3	Limitações deste estudo	21
2	REVISÃO LITERATURA	22
2.1	FIBRAS NATURAIS	22
2.2	<i>LUFFA CYLINDRICA</i>	24
2.3	ESPUMA DE POLIURETANO	26
2.4	ERGONOMIA.....	28
2.5	CONFORTO.....	29
2.6	CONFORTO ASSENTO/ENCOSTO	31
2.7	CONFORTO TÉRMICO	34
2.8	VARIÁVEIS DO CONFORTO TÉRMICO	36
2.9	TRANSFERÊNCIA DE CALOR.....	36
2.10	RADIAÇÃO	38
2.11	EMISSIVIDADE OU PODER EMISSIVO	38
2.12	RADIAÇÃO INFRAVERMELHA	39
2.13	TERMOGRAFIA	40
3	MATERIAIS E MÉTODOS.....	44
3.1	CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA	44
3.2	PRIMEIRA COLETA DE DADOS TERMOGRÁFICOS	45
3.3	SEGUNDA COLETA DE DADOS TERMOGRÁFICOS	46
3.4	TERCEIRA COLETA DE DADOS TERMOGRÁFICOS.....	46
3.5	QUARTA COLETA DE DADOS TERMOGRÁFICOS.....	47
3.6	ENSAIOS EXTERNOS.....	47
3.7	MATERIAIS	48
3.8	MODIFICAÇÃO DOS ASSENTOS UTILIZADOS NOS ENSAIOS TERMOGRÁFICOS	50
3.9	LOCALIZAÇÃO DOS PONTOS PARA ANÁLISE DAS TEMPERATURAS ..	52

3.10	QUESTIONÁRIO	53
3.11	PROCEDIMENTO DE COLETA DE DADOS TERMOGRÁFICOS	55
3.11.1	Tempo utilizado na coleta de dados termográficos	58
3.12	CONFEÇÃO DO PROTÓTIPO DO ASSENTO INDUSTRIAL.....	58
4	ANÁLISE DOS RESULTADOS	60
4.1	ANALISE DOS RESULTADOS OBTIDOS NA PRIMEIRA COLETA DE DADOS	60
4.2	TEMPERATURAS NA SEGUNDA, TERCEIRA E QUARTA COLETA DE DADOS	62
4.3	VARIAÇÃO DA TEMPERATURA DA SEGUNDA, TERCEIRA E QUARTA COLETA DE DADOS.....	70
4.4	TEMPERATURA FINAL DOS ASSENTOS	72
4.5	DADOS DA PERCEÇÃO DOS SUJEITOS	78
4.6	RESULTADOS – ENSAIOS EXTERNOS	80
4.7	DISCUSSÕES.....	81
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	86
5.1	SUGESTÕES PARA FUTUROS TRABALHOS	91
	REFERÊNCIAS	93
	Apêndice 1 – Termo de consentimento livre e esclarecido.....	101
	Apêndice 2 - Questionário aplicado aos sujeitos – 4° coleta de dados termográficos	102
	Apêndice 3 - Resultados obtidos na segunda coleta de dados termograficos	106
	Apêndice 4 - Resultados obtidos na terceira coleta de dados termográficos	108
	Apêndice 5 - Resultados obtidos na quarta coleta de dados termográficos.....	110
	Apêndice 6 - Resultados da variação da temperatura na segunda coleta de dados termograficos	112
	Apêndice 7 - Resultados da variação da temperatura na terceira coleta de dados termográficos	113
	Apêndice 8 - Resultados da variação da temperatura na quarta coleta de dados termográficos	114
	ANEXO 1 - Fatores que influenciam o conforto em assentos.....	116

ANEXO 2 - Termo de confidencialidade alunos Fundação Araucária	117
ANEXO 3 - APOIO FINANCEIRO.....	119

1 INTRODUÇÃO

A conscientização da sociedade com relação ao consumo desenfreado de recursos provenientes de fontes não renováveis vem transformando o estilo de consumo atual, impactando diretamente a produção de grandes empresas, fazendo com que estas se adaptem as necessidades dos consumidores.

Esta conscientização faz com que a indústria procure matérias primas alternativas, oriundas de fontes renováveis. As fibras naturais se mostram uma boa alternativa frente a esta substituição. Além dos benefícios trazidos por estas, a preocupação mundial com relação ao meio ambiente vem crescendo.

Para Guimarães (2014) as fibras vegetais tais como juta, sisal, fibra de bananeira, coco, entre outras, possuem aplicações em diversos setores como a produção de fios, tecidos, não tecidos e compósitos. E ainda existe uma grande quantidade de espécies vegetais brasileiras que podem ser utilizadas para tais fins, as quais existem poucos estudos científicos. Uma destas fibras é a *Luffa Cylindrica*.

A *Luffa Cylindrica*, é uma planta subtropical encontrada em abundância no Brasil, conhecida popularmente como “bucha”, têm seu uso bastante difundido no setor de limpeza e higiene pessoal. Sua fibra é áspera, abrasiva e possui boa resistência.

Estudos sinalizam a perspectiva de ampliação do uso da *Luffa Cylindrica* em aplicações industriais, Chen et al. (2014) exploraram a tração e a tensão de ruptura sofrida pela fibra, bem como sua característica estrutural e Shen et al. (2012) identificaram as propriedades mecânicas relativas a rigidez do material.

Para o desenvolvimento de produtos específicos, como por exemplo no setor automobilístico, se faz necessário buscar o conhecimento de determinadas propriedades e características que atendam a requisitos de projeto, tais como: durabilidade, resistência, processamento da fibra, viabilidade técnica do uso da fibra em grande escala, etc. Uma vez que o produto atenda aos requisitos de projeto pré-estabelecidos deve atender, também, as exigências dos usuários deste produto, exigências estas que podem ser de ordem perceptiva e/ou estética.

1.1 JUSTIFICATIVA

A busca por soluções econômicas utilizadas pelas indústrias é bastante evidente, sobretudo quando está relacionada a satisfação dos consumidores, dentro deste contexto o uso de materiais oriundos de fontes renováveis, que não agredam o meio ambiente, que proporcionem baixos índices de poluição, que sejam passíveis de reciclagem e apresentem propriedades mecânicas adequadas (SHEN et al., 2013) vêm ao encontro de um comportamento de consumo da sociedade atual, o que torna o uso de materiais que apresentam estas características um diferencial competitivo entre as empresas.

As fibras naturais quando comparadas as fibras sintéticas, apresentam diversas vantagens, proporcionando um desempenho semelhante ou bem próximos a estas, entretanto o desafio para inserir este tipo de material em processos industriais é identificar propriedades da fibra que permitam realizar a substituição do material sintético por um material natural, levando em consideração todos os aspectos envolvidos no desenvolvimento de um produto.

Diversas fibras como linho, coco, banana, juta e cânhamo são utilizadas atualmente na indústria, como por exemplo fibras de coco processadas e utilizadas no preenchimento de assentos e a juta que combinada ao polipropileno é utilizada no revestimento de teto dos carros. Normalmente as fibras são combinadas à polímeros, transformando-as em compósitos altamente eficientes.

Embora a utilização de fibras naturais em algumas partes dos automóveis, como por exemplo forro de teto, seja uma prática realizada pela indústria automotiva, não foram encontradas normas ou padrões que estabeleçam a confecção de assentos e encostos que utilizem fibras naturais.

O desenvolvimento de assentos que proporcionem maior conforto também se mostra um aspecto de extrema importância no setor automotivo, uma vez que este aumenta o nível de satisfação dos usuários (LIMA, 2006).

Estudos em assentos (CENGIZ; BABALIK, 2007, CENGIZ; BABALIK, 2009, ALAHMER et al., 2011, ALAHMER; ABDELHAMID; OMAR, 2012, CIACCIA, 2013, FERREIRA, 2008, GONÇALVES, 2010, KOLICH, 2003, KYUNG; NUSSBAUM,

2008, LIMA, 2006, LIU et al., 2011, PEREIRA, 2013, SALES et al., 2017, SOUZA, 2010, ZHANG; HELANDER; DRURY, 1996, ZEMP; TAYLOR; LORENZETTI, 2015) são comumente realizados com o intuito de identificar quais fatores podem influenciar no conforto como, distribuição de pressão, postura e propriedades térmicas.

A superfície de contato, existente na interface assento/usuário, pode aumentar a temperatura da pele, tornando a pele mais sensível (LIU et al., 2011) o que influencia diretamente no conforto percebido pelo sujeito. Sendo assim, o conforto térmico proporcionado pelos assentos precisa ser considerado um ponto relevante ao desenvolvimento de produto, afim de minimizar os efeitos indesejados.

Dentro deste contexto, esta pesquisa visa preencher uma lacuna existente na confecção de assentos compostos por fibras naturais, utilizando especificamente a fibra de *Luffa Cylindrica*, tratando-se principalmente do conforto térmico e como este é percebido pelo usuário.

Entende-se então que este trabalho pode, também, incentivar empresas fabricantes de bancos automotivos a desenvolverem produtos utilizando recursos provenientes de fontes renováveis. Sendo assim uma possível aplicação em projetos futuros, incentivando um aprofundamento deste tema, visto que há ainda oportunidades de aplicação industrial de fibras naturais.

1.2 OBJETIVO

1.2.1 Objetivo Geral

Neste trabalho objetivou-se explorar a aplicação de fibra de *Luffa Cylindrica* em assentos e encosto.

1.2.2 Objetivos Específicos

Os objetivos específicos para o atendimento do objetivo geral são:

Identificar as normas para a confecção de assentos e encostos;

Mensurar e comparar o comportamento térmico da fibra de *Luffa Cylindrica* com a espuma de poliuretano moldada em assentos;

Desenvolver procedimento para a coleta de dados termográficos em assentos.

Identificar os parâmetros de percepção do usuário de conforto térmico em assento.

1.2.3 Limitações deste estudo

As limitações deste estudo são:

Realização dos ensaios termográficos em laboratório, com condições ambientais apropriadas e com usuários. São coletas de dados que reproduzem as reais condições do estudo, com participantes, nos quais são coletados dados subjetivos e objetivos dos entrevistados (CENGIZ; BABALIK, 2007, CENGIZ; BABALIK, 2009, SPECK et al., 2016a, SPECK et al., 2016b).

Avaliar as diferenças de temperaturas causadas pelo uso de dois assentos confeccionados com os diferentes materiais, através das imagens e dos valores obtidos na coleta de dados termográficos.

Considerar o fator fisiológico humano, e que este pode causar alterações nos resultados.

Com relação a termografia, embora a localização das regiões nas quais foram feitas as medições, também tenham sido padronizadas é importante ressaltar que poucos milímetros de diferença entre uma imagem e outra, podem levar a um aumento de temperatura detectável.

Uma população pequena tenha sido analisada, porém é possível verificar que em todas as coletas de dados termográficos realizadas houve variações de temperatura entre os materiais estudados.

2 REVISÃO LITERATURA

Este capítulo aborda os temas considerados relevantes a esta pesquisa, iniciando com uma introdução sobre fibras naturais, focando principalmente na descrição das características da *Luffa Cylindrica* bem como sua aplicação em diversos setores e neste contexto foi inserido uma breve descrição sobre a espuma de poliuretano, uma vez que este é o material utilizado como referência para efeito comparativo da pesquisa. Em um segundo momento são descritos os assuntos relacionados à conforto e as variações deste, pertinentes a este estudo. E por fim são apresentadas informações referentes a troca de calor entre o usuário e o assento, e sobre a termografia, método utilizado para identificar a variação de temperatura proporcionada pelos assentos nessa dissertação.

2.1 FIBRAS NATURAIS

As fibras naturais são utilizadas a muito tempo, registros do antigo Egito evidenciam a existência de uma indumentária simples utilizando fibras naturais, uma vez que a utilização de fibras de origem animal era proibida em função da religião. A revolução industrial e o surgimento de novas tecnologias promoveram a substituição destas por fibras sintéticas e artificiais. No entanto, uma mudança no estilo de consumo da sociedade fez com que o uso, sobretudo com relação aos produtos que utilizam matérias primas que causem menor impacto ambiental, crescesse gradativamente nos últimos anos.

Segundo Capeletti (2013) esse comportamento dos usuários associados as imposições legais fazem com que diversas empresas reconsiderem os impactos ambientais causados por seus processos produtivos. Com esta visão, o uso de fibras naturais oriundas de fontes renováveis, se mostra uma boa alternativa para satisfazer as necessidades dos consumidores.

Lemos e Martins (2014) afirmam que a discussão em torno de políticas de gestão de resíduos dos materiais empregados na indústria é bastante difundida, entretanto, a maior reflexão nos dias atuais está relacionada ao desenvolvimento de produtos sustentáveis, respaldando a aplicação de fibras naturais em produtos comerciais.

Em grande parte, as fibras naturais são de origem vegetal. As características destas dependem de sua composição, da sua estrutura fibrilar e da sua matriz lamelar (BOLAÑOS, 2013).

Pereira et al. (2015) afirmam que as fibras vegetais têm uma estrutura bastante complexa, mas que a celulose, hemicelulose e lignina são seus três principais constituintes, por este motivo também são conhecidas como fibras celulósicas ou fibras lignocelulósicas.

Siqueira (2008) aponta o uso de fibras naturais a partir de folhas, sementes e de partes fibrosas sendo as mais utilizadas: Coco, Sisal, Juta, Cânhamo, *Luffa Cylindrica*, Rami, Palmeira, Algodão, Cana-de-açúcar, Bambu e Abacaxi.

Com relação ao uso das fibras vegetais a empregabilidade destas é grande (NETO; PITA, 1996). Sua aplicação varia desde a utilização clássica na indústria têxtil, até a utilização como reforços de compósitos com matriz poliméricas.

Assim as vantagens em relação ao uso de fibras naturais são apresentadas por diversos autores. A biodegradabilidade, sustentabilidade e o baixo custo são as características mais explorada (CENZIG; BABALIK, 2009; TANOBE, 2003; BOLAÑOS, 2013; LEMOS; MARTINS, 2014; GUIMARÃES, 2014).

As fibras naturais têm baixa densidade e propriedades mecânicas específicas, são boas reguladoras de umidade, atuam como isolantes térmicos e acústicos, e ainda reduzem o peso de diversos componentes devido a sua estrutura (CENZIG, BABALIK, 2009; YACHMENEV, NEGULESCU, YAN, 2006).

Para Satyanarayana, Arizaga e Wypych (2007) as fibras lignocelulósicas causam menos abrasão em máquinas e ferramentas, e proporcionam menos risco a saúde durante seu processamento e utilização.

Tanobe (2003) ainda ressalta que o uso de fibras vegetais em produtos comerciais colabora para a geração de riquezas contribuindo para a geração de empregos na agricultura.

Porém Neto e Pardini (2006 apud BOLAÑOS, 2013) sinalizam algumas desvantagens em relação a utilização destas como, sensibilidade a efeitos

ambientais, geometria não uniforme e complexa. E ainda propriedades mecânicas com variabilidade e relativamente baixas quando comparadas a fibras sintéticas.

2.2 LUFFA CYLINDRICA

Almeida, Calado e Barreto (2005) afirmam que a *Luffa Cylindrica* é uma planta subtropical encontrada em diversas regiões da China, Japão, América Central e América do Sul e em abundância no Brasil, país este que é considerado um grande produtor e explorador destas fibras, porém, grande parte da produção brasileira é exportada para Europa e para os Estados Unidos da América (SATAYANAMARA; GUIMARÃES; WYPYCH, 2007).

De acordo com Carvalho (2007) a *Luffa Cylindrica* têm melhor desenvolvimento em regiões tropicais, suportam temperaturas de até 35°C e apresentam ótimo desempenho em regiões nas quais a temperatura média é de 28°C.

Segundo Moreira et al. (2008) a *Luffa Cylindrica* é encontrada em todos os estados brasileiros, popularmente conhecida como bucha, esfregão, esponja vegetal, bucha dos paulistas ou pepino bravo. Não existem informações referentes ao número exato de plantações comerciais existentes no país, mas seu cultivo se estende desde a região Norte e Nordeste, São Paulo, Minas Gerais e Mato Grosso. A cidade de Bonfim em Minas Gerais, é considerada a capital da bucha natural, com produção anual de 100 mil dúzias (CARVALHO, 2007). Diversos fatores influenciam na composição química da *Luffa Cylindrica* tais como tipo de solo, condições climáticas e formas de cultivo. Porém Satyanarayana, Arizaga e Wypych (2009) afirmam que a *Luffa Cylindrica* é composta por 62% de celulose, 11,2% de Lignina e outras substâncias.

É uma planta herbácea e trepadeira. Seu fruto pertence à família das Cucurbitáceas (DEMIR et al., 2006), é fibroso e alongado, seu tamanho varia de 40 centímetros a 1,6 metro de comprimento.

O fruta da *Luffa Cylindrica*, figura 1, apresenta um sistema vascular organizado de maneira multidirecional e, emaranhado ao redor de um núcleo (SATYANARAYANA; GUIMARÃES; WYPYCH, 2007). Apresenta um trançado

natural que quando seco, forma uma manta tridimensional natural (ALMEIDA; CALADO; BARRETO, 2005) que pode ser cortada em diversas dimensões (SIQUEIRA, 2008). É uma fibra higroscópica (OLIVEIRA, 2013).

FIGURA 1 - FIBRA DA *LUFFA CYLINDRICA*.



Fonte: Autora (2017).

Essa configuração fibrosa proporciona elasticidade à fibra, que possibilita sua utilização como preenchimento de embalagens, auxiliando no transporte de produtos frágeis, como embalagens, materiais de revestimento e também no enchimento de travesseiros e colchões (ANNUNCIADO, 2005; MAZALI; ALVES, 2005; SHEN et al., 2012; CHEN et al., 2014).

Na indústria, para que as fibras sejam utilizadas em forma de manta, estas são cortadas ao meio, abertas e processadas em uma calandra para que adquiram a forma ideal. O formato de manta permite a utilização da fibra em diversos setores da indústria, tais como confecção de palmilhas e solados de calçados, chinelos e luvas de banho, peneiras, correias e filtros para automóveis (TANOBE, 2003) e também em artigos de artesanato como cestos, tapetes, chapéus, etc. Na China a fibra da *Luffa* é utilizada como medicamento e consumida em forma de alimento (CHEN et al., 2014). A aplicabilidade mais popular e conhecida da fibra é como esponja de banho, Carvalho (2007) justifica essa forma de uso porque as fibras melhoram a circulação sanguínea.

Henini et al. (2012) verificaram que a fibra da *Luffa Cylindrica* pode ser utilizada no tratamento de água proveniente de resíduos industriais, esta utilização explora as características de porosidade do material. Akgul et al. (2013) apontam que, a *Luffa Cylindrica* pode ser utilizada para a fabricação de MDF, material oriundo da madeira fabricado com resinas sintéticas utilizado normalmente para fabricação de móveis. Desta forma, grande parte das pesquisas encontradas se concentra principalmente em utilizá-la como material de reforço em compósitos (TANOBE et al., 2014; ALMEIDA; CALADO; BARRETO, 2005; DEMIR et al., 2006; SIQUEIRA, 2008; DIAS et al. 2015, MAZALI; ALVES, 2005).

Embora exista uma larga utilização da fibra da *Luffa Cylindrica* na indústria, não existe no Brasil normas relacionadas a aplicação desta fibra na indústria, e poucos estudos são encontrados, com relação as suas propriedades.

Com o intuito de identificar as propriedades mecânicas da *Luffa*, Shen et al. (2013) verificaram que quando comprimida longitudinalmente ela possui excelente capacidade de absorção de energia, e segundo os autores, este comportamento é atribuído as microestruturas presentes em sua complexa estrutura. Essa característica associada ao baixo peso permite que o material seja utilizado no desenvolvimento de produtos que necessitem dessas características.

Como diversos estudos apontam o potencial da fibra de *Luffa Cylindrica* em diversos setores e principalmente em compósitos, mostrando-se uma alternativa sustentável, motivando a pesquisa aplicada em produtos industriais.

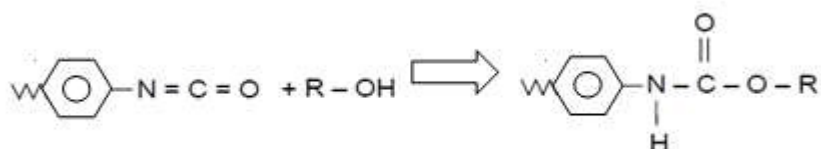
2.3 ESPUMA DE POLIURETANO

A espuma de poliuretano é o material mais utilizado em assentos, em virtude destas possuírem características ajustáveis no processo de fabricação para tal aplicação, deste modo é importante conhecer os aspectos e as propriedades deste material, com a finalidade de compará-lo com a fibra natural de *Luffa Cylindrica*.

Poliuretanos, conhecidos pela sigla PU, são copolímeros, formados pela reação de um poliálcool (-OH) e de um isocianato ($-N=C=O$), que podem ser difuncional ou multifuncional, e na presença de aditivos e catalisadores formam as ligações

uretânicas (-NHCOO-), específicas desta classe de materiais (BOLSONI, 2008). A figura 2 mostra a formação do grupo uretano.

FIGURA 2 - FORMAÇÃO DO GRUPO URETANO.



Fonte: Adaptado de Bolsoni, 2008.

A injeção do poliuretano pode ser feita de duas maneiras: manual e mecânica. No processo de injeção manual o polioli e o isocianato são pesados em seu estado líquido, misturados em um recipiente e agitados mecanicamente, em seguida, essa mistura é vertida em um molde. Esse método é eficaz, porém a produção é bastante limitada. Já a injeção mecânica é feita por meio de máquinas que dosam e misturam os componentes automaticamente, injetando-os em uma câmara que faz a agitação adequada, fabricando os moldes.

As propriedades mecânicas de uma espuma dependem de sua forma e de sua espessura, esta é produzida com dureza e densidade específica, o que possibilita a aplicação do material em assentos. Ainda apresenta elasticidade e durabilidade adequada para tal (SOUZA, 2010).

Ciaccia (2013) afirma que espumas com menor rigidez são avaliadas como mais confortáveis quando comparadas a assentos de maior rigidez, isso porque existe uma relação entre o peso exercido sobre a área total dos isquios e conforto.

A capacidade de combinar efeitos de mola, quando a força exercida no momento da compressão é a mesma no momento da descompressão, com a histerese, que ocorre quando existe diferença entre a força de compressão e a força de descompressão (LIMA, 2006), proporcionam a espuma de poliuretano vantagens com relação ao conforto.

Na revisão das normas da ABNT NBR, Associação Brasileira de Normas Técnicas, as espumas utilizadas na confecção de assentos devem respeitar as normas de segurança, descritas na tabela 1, para que possam ser comercializadas.

TABELA 1 – NORMAS - ASSENTOS CONFECCIONADOS COM ESPUMAS DE POLIURETANO.

Assentos/Encostos/Cadeira	
Ignitabilidade de sofás, poltronas e assentos estofados	ABNT NBR 16405:2015
Estabelece os requisitos e os métodos de ensaio para os materiais têxteis utilizados como revestimento de colchões e colchonetes de espuma	NBR 13579-1 NBR 13579-2
Determinação da densidade aparente de espumas flexíveis de poliuretano	NBR 8537
Determinação da resiliência da espuma de poliuretano	NBR 8619
Determinação da deformação permanente à compressão	NBR 8797
Determinação da fadiga dinâmica	NBR 9176

Fonte: Autor (2017).

2.4 ERGONOMIA

A ergonomia, também conhecida como fatores humanos, tornou-se uma disciplina científica em meados dos anos 40 (HOLLNAGEL, 2014). Nos anos 50, Murrel criou a primeira associação nacional de ergonomia na Inglaterra, a *Ergonomic Research Society*, essa concentrava fisiologistas, psicólogos e engenheiros que estudavam a adaptação do trabalho ao homem, com o surgimento dessa sociedade a disciplina de ergonomia passou a ser reconhecida em diversos países (PEREIRA; ALCOBIA, 2006).

No Brasil a ABERGO, Associação Brasileira de Ergonomia, descreve a ergonomia (ou Fatores Humanos) como:

Uma disciplina científica que associa o entendimento das interações entre elementos ou sistemas aos seres humanos, e à aplicação de teorias, princípios, dados e métodos aos projetos a fim de otimizar o bem-estar humano e o desempenho do sistema. Dentro deste cenário a ergonomia contribui para o planejamento, projeto e avaliação de tarefas, postos de trabalho, produtos, ambientes e sistemas afim de transformar tais elementos compatíveis com as necessidades, habilidades e limitações dos indivíduos. <Fonte: www.abergo.org.br, 2018>

Lida e Guimarães (2016) definem ergonomia como o estudo da adaptação do trabalho ao homem, este contexto é bastante amplo e engloba não apenas máquinas e equipamentos que transformam materiais, mas também toda e qualquer situação em que ocorre o relacionamento do homem com o seu trabalho, envolvendo aspectos organizacionais e o ambiente físico. Ainda segundo o autor, os

ergonomistas realizam o planejamento, o projeto e a avaliação de tarefas, de postos de trabalho, produtos, ambientes e sistemas, tornando estes compatíveis com as necessidades, habilidades e limitações de cada sujeito.

2.5 CONFORTO

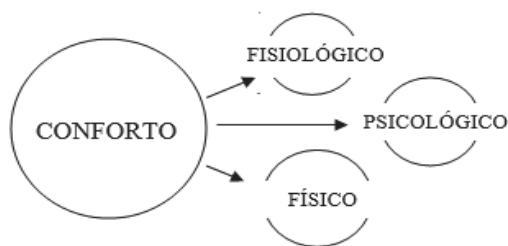
Existe uma relação entre as características da espuma de poliuretano utilizadas em assentos e o conforto percebido pelo usuário (CIACCIA, 2013; LIMA, 2006).

Para Zemp, Taylor e Lorenzetti (2015) conforto/desconforto é uma sensação subjetiva e difícil de quantificar, porém, três questões são bem claras: o conforto é construído por fatores de natureza pessoal, pode ser afetado por diversos fatores (físicos, fisiológicos, psicológicos) e, é uma reação ao ambiente no qual o ser humano está exposto. Para Lida e Guimarães (2016) conforto é uma sensação subjetiva produzida quando não existe nenhuma pressão localizada sobre o corpo, é mais fácil falar em ausência de desconforto, pois este pode ser avaliado. Constantin, Nagi e Mazilescu (2014) reafirmam que a fonte de conforto é a falta de desconforto, porém, existem muitas situações em que o conforto é dado pela presença de elementos que trazem satisfação, relaxamento e prazer. Segundo estes autores foram identificados parâmetros de conforto tais como temperatura, umidade, circulação de ar, que proporcionam diferentes noções de conforto: conforto térmico, conforto visual, conforto acústico, conforto higroscópico, conforto tátil, conforto vibracional, etc.

Desta forma a avaliação da percepção de conforto/desconforto exige uma interação de sensações com as expectativas individuais de cada sujeito. Fatores psicológicos exercem uma influência importante na avaliação de conforto. Para Broega e Silva (2010) as razões pelas quais um indivíduo descreve conforto térmico ou desconforto, sensações relacionadas a calor, frio, satisfação térmica, etc., são complexas e desconhecidas.

Partindo do princípio que conforto tem uma natureza multidimensional, Van Der Linden (2007) indica que tal necessidade deve ser atendida em algumas dimensões, conforme pode ser visto na figura 3.

Figura 3 - DIMENSÕES DE CONFORTO SEGUNDO VAN DER LINDEN (2007)



Fonte: Autora (2017).

Nesse modelo apresentado pelo autor, o conforto fisiológico está associado ao funcionamento do corpo humano e às ações providas pelo organismo para manter-se em equilíbrio, por meio de ações que independem do usuário. Os aspectos psicológicos estão relacionados ao conforto mental e às questões como autoimagem, relacionamento, privacidade, etc. E os aspectos físicos correspondem a interação existente entre o ambiente e seus efeitos, nas dimensões fisiológicas e psicológicas.

Segundo Silva (2013) o aspecto físico, conhecido como aspecto sensorial está relacionado com as sensações provocadas na pele do usuário. Para Broega e Silva (2010) um bom “toque” é proporcionado pelas propriedades da matéria prima utilizada na confecção, estrutura e acabamentos finais realizados nos tecidos, mesmo sabendo que a avaliação é totalmente subjetiva e individual. Outros fatores importantes relacionados ao conforto fisiológico são: transferência de calor (condução, convecção, radiação e condensação), isolamento térmico, transporte de umidade e de vapor de água através do vestuário e penetração do ar (BROEGA; SILVA, 2010).

As propriedades térmicas dos artigos têxteis, como resistência, condutividade e absorção, são influenciadas pelas propriedades dos tecidos, como sua estrutura, composição, densidade, umidade, e principalmente pelas propriedades das fibras utilizadas (BAJZIK; HES, 2012). Os artigos têxteis, principalmente os que estão em contato direto com a pele do usuário utilizados diariamente, proporcionam níveis de conforto percebido devido as propriedades sensoriais de toque e termo fisiológicas dos tecidos. Sales et al. (2017) também

afirmam que o material utilizado na construção do assento influencia na sensação de conforto percebido.

2.6 CONFORTO ASSENTO/ENCOSTO

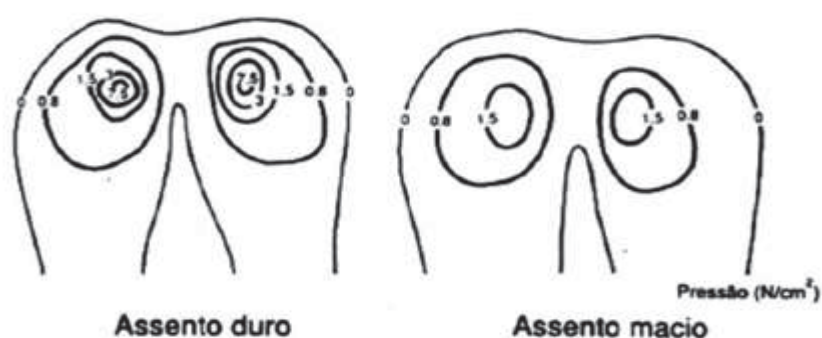
Conforto é um critério importante no desenvolvimento de assentos em veículos, tanto para motoristas quanto para passageiros (MEDEIROS, 2004). Estudos realizados em automóveis e aeronaves identificam que o elemento que mais causa desconforto entre os entrevistados é o assento (CONSTANTIN; NAGI; MAZILESCU, 2014). Zemp, Taylor e Lorenzetti (2015) afirmam que as pessoas passam cada vez mais tempo na posição sentada e para Baucher e Leborgne (2006) nesta posição o desconforto está relacionado ao aparecimento de dores musculares e a repetidas ou constantes contrações musculares, associados a parâmetros neurofisiológicos.

Segundo Baucher e Leborgne (2006) parte das soluções tecnológicas, relacionadas ao posicionamento do usuário quando se está sentado, tem a intenção de proporcionar conforto. Porém, os estudos realizados na biomecânica e na posturologia não são suficientes para identificar o conforto dos assentos devido à complexidade do sistema músculo esquelético. E ainda segundo estes, essas características não são consideradas na construção de um projeto. Sendo assim, estudar a posição sentada significa identificar a interação entre o assento e diversos segmentos corporais.

Diversos fatores afetam o conforto dos assentos, dentre eles estão: subjetividade do usuário, antropometria, dimensão do assento, total de tempo em que o usuário fica sentado e em contato com o assento (KOLICH, 2003; BERETTA, 2015; ZEMP; TAYLOR; LORENZETTI, 2015).

Por muito tempo foi recomendado o uso de estofamento rígido na construção de assentos, isso porque estes se mostravam mais adequados para suportar o peso do corpo, entretanto, estes causavam uma concentração de pressão na região das tuberosidades isquiáticas, gerando fadiga e dores na região das nádegas. Tuberosidades isquiáticas, cóccix e trocânteres segundo Huet e Moraes, (2003) são as proeminências ósseas que tem maior contato com o assento e são expostas as maiores pressões na posição sentada, conforme a figura 4.

FIGURA 4 - TUBEROSIDADES ISQUIÁTICAS.

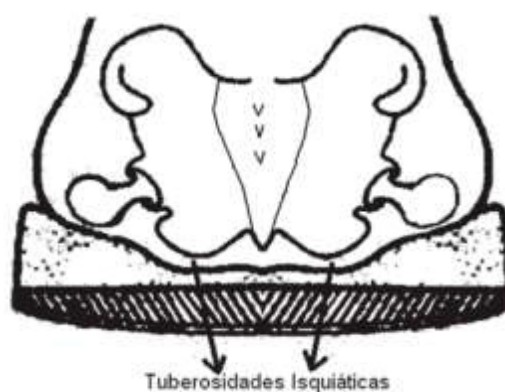


Fonte: Imagem adaptada de Huet e Moraes, 2003.

Já os estofamentos macios não proporcionam bom suporte e distribuem a pressão para as nádegas e para as pernas (CIACCIA, 2013). Deste modo a solução encontrada foi uma situação intermediária, na qual uma leve camada de estofamento montado sobre uma base rígida mostrou-se mais benéfica (IIDA e GUIMARÃES, 2016).

Na figura 5, de Osborne (1982 apud CIACCIA, 2013) mostra os efeitos causados pela pressão em um assento macio e em um assento duro.

FIGURA 5 - DISTRIBUIÇÃO DE PRESSÕES SOBRE O ASSENTO, COM ESTOFAMENTO DURO E COM ESTOFAMENTO MACIO.



Fonte: Osborne, 1982 apud CIACCIA, 2013).

É possível visualizar que, quando um assento é construído por um estofamento macio a pressão é reduzida, e a área de contato existente na interface assento/usuário é maior.

A distribuição de pressão na interface assento/usuário é um fator diretamente relacionado a percepção de conforto do usuário. O excesso de pressão comprime os vasos sanguíneos que dificultam a circulação causando desconforto (MEDEIROS, 2015).

Para Brattgard e Severinsson (1978 apud ZHANG, HELANDER e DRURY, 1996) a temperatura do assento e a umidade também são fatores que contribuem para aumentar a sensação de desconforto.

Estudos de Liu et al. (2011) comprovam que a temperatura na interface assento/usuário desempenha um papel importante na avaliação de conforto percebida pelo usuário.

Os assentos devem ser revestidos por um material que tenha capacidade de dissipar calor e suor e que apresente características antiderrapantes (IIDA e GUIMARÃES, 2016). Para escolher o material de preenchimento e o material de acabamento é preciso considerar diversas variáveis (SOUZA, 2010).

Souza (2010) fez um levantamento e listou os principais fatores que influenciam na percepção de conforto e desconforto em poltronas (assentos), anexo 1, dentre eles estão relacionados itens relativos a aspectos cinesiológicos, aspectos dimensionais e aos materiais de revestimento e espumas, itens relevantes a essa pesquisa.

Para mensurar a percepção de conforto/desconforto em assentos Zhang, Helander e Druryz (1996) propuseram um modelo de percepção de conforto/desconforto em assentos, que segundo os autores o desconforto está associado a fatores biomecânicos como, contrações musculares e distribuição de pressão, que geram a sensação de dor. ainda segundo os autores a diminuição de desconforto, não produz necessariamente a sensação de conforto, e a ausência deste não gera desconforto, porque é necessário adversidades biomecânicas para causar tal efeito.

2.7 CONFORTO TÉRMICO

Este tópico abordará a teoria relativa a conforto térmico, que é o principal aspecto abordado nessa dissertação.

Para Lida e Guimarães (2016) a primeira condição de conforto é o equilíbrio térmico, ou seja, a quantidade de calor que o organismo ganha deve ser igual à quantidade que é cedida ao ambiente. A norma 55 da ASHRAE (2004), Sociedade Americana de Aquecimento, Refrigeração e Engenheiros de Ar Condicionado, define conforto térmico como um conceito relacionado ao bem-estar físico do indivíduo em relação ao meio ambiente.

Conforto térmico ocorre quando são minimizados os esforços fisiológicos do corpo a fim de regular a temperatura corporal (GONÇALVEZ, 2010, PEREIRA, 2013). Alterações na temperatura corporal e produção excessiva de suor são exemplos de estímulos fisiológicos involuntários exercidos pelo corpo humano. Para Croitoru et al. (2015) conforto térmico é a somatória de todos os fatores que influenciam a troca de calor entre o corpo humano e o ambiente, é subjetivo, definido por uma grande quantidade de sensações e condições do usuário, como idade, sexo, peso, taxa metabólica, vestimenta, temperatura, e fatores ligados ao meio ambiente como temperatura do ar, velocidade, umidade, pressão e frequência, por isso é tão difícil conceituá-lo. Broega e Silva (2010) afirmam que conforto termo fisiológico, é um estado térmico e de umidade relacionado a pele, que envolve transferência de calor e de vapor de água através dos materiais têxteis e/ou do vestuário.

Segundo Beretta (2015) os fatores que influenciam o conforto térmico são: temperatura do ar, radiação térmica, velocidade do ar, umidade, vestimenta e atividade realizada pelo usuário. Embora existam diversos fatores que influenciam no conforto térmico, é necessário considerar também os assentos, uma vez que estes fazem parte do ambiente no qual o usuário está inserido.

Nos assentos, a sensação de desconforto é facilmente percebida (FERREIRA, 2008). Como as partes do corpo que ficam em contato com o assento são isoladas, a troca de calor com o ambiente é dificultada e, se estes não forem ergonomicamente confortáveis a sensação de desconforto é amplificada (LIMA,

2006). E quanto maior a área de contato existente, maior o isolamento térmico proporcionado, o que consequentemente causa aumento de temperatura na interface assento/usuário (BERETTA, 2015).

Para Cengiz e Babalik (2009) um dos principais fatores determinantes de conforto térmico em um assento é seu material de cobertura. Segundo Souza (2010) um assento deve ser confeccionado com um material que evite umidade e altas temperaturas com o intuito de facilitar a troca de calor entre o usuário e o assento.

Cada material tem um comportamento característico frente à dissipação de calor do corpo, por isso são preferíveis materiais com poros, que possibilitem a passagem de calor entre sua estrutura (BERETTA, 2015). Embora na grande maioria os assentos atuem como isolantes térmicos, estes podem se tornar grandes aliados do conforto termofisiológico se a temperatura proporcionada por ele for ideal (LUTSBADER, 2005).

O calor excessivo no interior de veículos causa perda de concentração e estresse térmico (PEREIRA, 2013). Motoristas sonolentos, consequência do calor, são mais suscetíveis a sofrerem ou causarem acidentes, entretanto as avaliações de conforto térmico em assentos são ainda muito subjetivas e nem sempre conseguem transmitir as condições normais de uso, o que causa grandes transtornos aos usuários (LIMA, 2006).

Segundo Cengiz e Babalik (2007) diversos métodos para estudar o conforto térmico em assentos foram desenvolvidos, estes podem ser:

- Teórico ou simulação computacional, no qual um computador simula o conforto térmico percebido pelo usuário de acordo com as variáveis desejáveis programadas (KAYNAKLI; KILIC, 2005).
- Coleta de dados em laboratório utilizando um manequim térmico, simulando a transferência de calor entre os humanos e o ambiente térmico (GONÇALVES, 2010).
- Coleta de dados em laboratório com seres humanos, utilizado amplamente para prever o conforto térmico, que combinam ou não,

medidas objetivas do corpo humano com dados subjetivos obtidos através de questionários e parâmetros ambientais (PEREIRA, 2013, FERREIRA, 2008).

- Coleta de dados que reproduzem as reais condições do estudo, com participantes, nos quais são coletados dados subjetivos e objetivos dos entrevistados (CENGİZ; BABALIK, 2007, CENGİZ; BABALIK, 2009, SPECK et al., 2016a, SPECK et al., 2016b).

2.8 VARIÁVEIS DO CONFORTO TÉRMICO

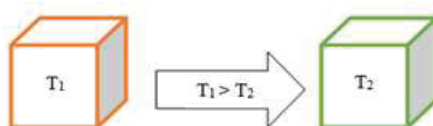
O conforto térmico nos humanos é influenciado por seis fatores. Quatro são considerados variáveis ambientais: temperatura do ar, temperatura média radiante, velocidade média do ar e umidade relativa (ALAHMER et al., 2011, ASHRAE, 2010) e os outros dois parâmetros são considerados fatores humanos: nível metabólico e isolamento térmico proporcionado pela vestimenta.

2.9 TRANSFERÊNCIA DE CALOR

Segundo a termodinâmica, a energia que é transferida entre dois corpos é conhecida como calor. Estudar essa transferência não é somente identificar de que forma a energia é transferida, mas também analisar condições nas quais essas interações ocorrem (HOLMAN, 1983).

A condição básica para que ocorra a troca de calor é que a temperatura existente entre dois corpos seja diferente, a proximidade entre eles faz com que estes busquem o equilíbrio térmico, nessa situação o corpo de maior temperatura (T_1) fornece a quantidade de energia térmica ideal para o corpo de menor temperatura (T_2), a fim de que os dois encontrem o equilíbrio térmico, figura 6.

FIGURA 6 - FUNCIONAMENTO TRANSFERÊNCIA DE CALOR.



Fonte: Adaptada de Pereira, 2013.

O corpo humano se aquece e se resfria continuamente procurando manter um estado de equilíbrio através da transferência de calor que ocorre por meio de três processos: condução, convecção e radiação. A condução – transmissão de calor que ocorre quando as moléculas do material têm seu estado de agitação elevado em função de uma fonte térmica. (VILLAS BÔAS, 2010). O calor se propaga em todas as direções e a transferência de calor ocorre das moléculas mais energéticas para as moléculas menos energéticas, devido as interações existentes entre elas (PEREIRA, 2013). A convecção – transferência de calor que ocorre principalmente nos fluídos, quando estes se encontram em temperaturas diferentes. Nesse mecanismo a energia térmica é transferida para as outras partículas em um processo de sobreposição, o fluido aquecido fica menos denso sobrepondo-se sobre a matéria mais fria, mais densa. A radiação – é a transferência de calor que ocorre sem a necessidade de um meio para se propagar, isso porque superfícies que apresentem temperaturas diferentes do zero absoluto (-273°C) - agitação molecular nula - emitem energia em forma de ondas eletromagnéticas. Independente do material, a emissão de energia é atribuída a mudanças na configuração eletrônica das moléculas que constituem os materiais. A energia não é transportada ponto a ponto, mas a partir da troca direta entre as superfícies afastadas e das temperaturas diferentes, e pode ocorrer inclusive no vácuo (INCROPERA; DEWITT, 2008).

Além das trocas secas existe ainda a troca de calor úmida, a evaporação. Que ocorre quando a água passa do estado líquido para o estado gasoso. No corpo humano esse processo ocorre através do suor. As trocas de calor entre o corpo humano e o ambiente devem ocorrer sem muitos esforços para que exista a sensação de conforto térmico. A temperatura central do corpo humano é de aproximadamente 37°C , temperatura mantida pelo sistema termorregulador humano a fim de conservar as funções metabólicas. Já a temperatura epitelial é de aproximadamente $34,1^{\circ}\text{C}$, e varia conforme a temperatura ambiente. Quando essa condição é alterada por qualquer motivo o organismo trabalha para manter a temperatura corporal ideal (FANGER, 1972). Cada atividade executada pelo indivíduo produz diferentes formas de dissipação de calor pelo corpo (PEREIRA, 2013).

Em função do metabolismo humano, calor e umidade são gerados continuamente, e a sensação de conforto térmico depende do balanço entre essas

trocas na interface assento/usuário (BERETTA, 2015). Segundo Zacharkow (1988 apud BERETTA, 2015) as trocas são alteradas pela área de contato e pela pressão gerada pelo corpo em uma superfície. Grande parte da dissipação do calor corporal ocorre através da radiação infravermelha, resultado da movimentação e do volume sanguíneo circulatório subcutâneo (ANDRADE FILHO, 2001). Sendo assim, a troca de calor entre corpos, abordada neste estudo, é a radiação, que será descrita no próximo tópico.

2.10 RADIAÇÃO

A propagação da energia através de ondas eletromagnéticas é chamada de “radiação” (VILLAS BÔAS, 2010) e ocorre de quatro maneiras: emissão, absorção, reflexão e transmissão.

A emissão ocorre quando um material libera energia e na absorção o material retém energia, a reflexão ocorre quando a energia é refletida pelo mesmo. E a transmissão acontece quando a energia atravessa o material.

Quando a radiação incide em um corpo, parte dela é absorvida - absorptância (α) - uma fração pode ser refletiva - refletância (ρ) - e outra parte é transmitida - transmitância (τ). Segundo Veratti (2011) todo corpo absorve, reflete ou transmite energia e a soma dos três coeficientes é igual a 1, conforme equação 1, exceto materiais opacos, nos quais a transmitância é igual a zero, equação 2.

$$\alpha + \rho + \tau = 1 \quad (1)$$

$$\alpha + \rho = 1 \quad (2)$$

Quando a radiação total ou parte dela é absorvida pela superfície ocorre um aumento da energia térmica do material. Essa capacidade de absorver e emitir a própria energia radiante em forma de radiação infravermelha é chamada de “poder emissivo” ou “emissividade” (ϵ) (INCROPERA; DEWITT, 2008).

2.11 EMISSIVIDADE OU PODER EMISSIVO

Na teoria do corpo negro de Stefan-Boltzmann e Planck, um objeto que absorve qualquer comprimento de onda e toda a radiação incidente sobre ele e tem

poder emissivo igual a 1, é considerado um corpo negro. Deste modo, tudo que o corpo recebe o mesmo transmite, a relação entre a energia emitida por um corpo real e um corpo negro, sob a mesma temperatura é conhecida como “emissividade” (ϵ), conforme equação 3:

$$\alpha = \epsilon \quad (3)$$

Onde:

α - Coeficiente de absorvência

ϵ – Coeficiente de emissividade

Sendo assim, emissividade ou poder emissivo é a quantidade de energia liberada por unidade de área.

Segundo Brioschi (2011) emissividade é uma medida da eficiência da radiação e absorção superficial. A energia térmica da matéria origina a radiação, que é emitida através da superfície do material e é limitada por esta.

A emissividade da pele humana é alta, aproximadamente $\cong 0,98$, e depende de vários fatores, como temperatura, umidade, gordura, contaminação e rugosidade.

Sob uma mesma temperatura corpos com alta emissividade irradiam mais energia que corpos com baixa emissividade (PEREIRA, 2013). A quantidade total de radiação emitida por um corpo depende da sua temperatura e da sua emissividade, que depende da superfície do material e do seu acabamento.

2.12 RADIAÇÃO INFRAVERMELHA

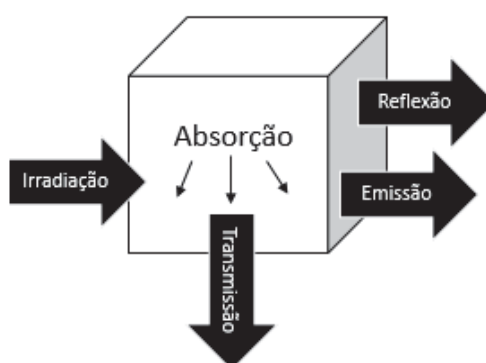
Quando o corpo é aquecido os vasos sanguíneos dilatam, aumentando o fluxo sanguíneo e como consequência, a perfusão sanguínea, promovendo a perda de calor por radiação (BRIOSCHI, 2011). A temperatura corporal é mantida pela pele, dentre outros fatores, através das irradiações térmicas na forma de ondas eletromagnéticas. (ANDRADE FILHO; NUNES, 2005).

As ondas eletromagnéticas transportam energia, mas somente as faixas que estão na região do infravermelho são chamadas de onda de calor. O infravermelho quando absorvido é transformado em energia térmica. Na radiação térmica o

transporte de energia é instantâneo e a energia não é transportada ponto a ponto no interior do material, e sim a partir da troca direta entre as superfícies afastadas e com temperaturas diferentes (INCROPERA; DEWITT, 2008).

Todos os objetos com temperatura acima do zero absoluto ($T = -273^{\circ}\text{C} = 0\text{ K}$) emitem radiação infravermelha proporcional a sua temperatura absoluta (K) elevada à quarta potência, inclusive o corpo humano, em especial no espectro do infravermelho longo (BRIOSCHI; YENG; TEIXEIRA, 2007). Essa energia é gerada pela vibração e rotação dos átomos e das moléculas. Quanto mais aquecido um objeto maior é a energia infravermelha emitida por ele. Esta radiação pode ser refletida, absorvida, emitida e transmitida através de um corpo sólido, conforme figura 7.

FIGURA 7 - COMPORTAMENTO DA IRRADIAÇÃO SOB UM CORPO SÓLIDO.



Fonte: Adaptada de Pereira, 2013.

2.13 TERMOGRAFIA

A termografia infravermelha é definida como uma técnica de mapeamento térmico de um corpo, a partir da radiação infravermelha emitida pela sua superfície, não invasiva, inócua, e segundo Meola et al. (2006) têm como finalidade identificar regiões que apresentam características divergentes dos padrões e identificar mudanças metabólicas e fisiológicas com um exame funcional (SPECK et al., 2016). É uma técnica de ensaio de grande abrangência, que apresenta resultados satisfatórios (PEREIRA, 2013). Segundo Brioschi, Portela e Colman (2002) pode auxiliar nas análises ergonômicas e para Sales et al. (2017) as respostas obtidas

são seguras, rápidas e os resultados são imediatos, e sua aplicação vem crescendo em diversas áreas que envolvem a atividade humana.

Rossignoli, Benito e Herrero (2014), afirmam que a termografia infravermelha fornece informações sobre processos fisiológicos, registrando e interpretando a temperatura da pele.

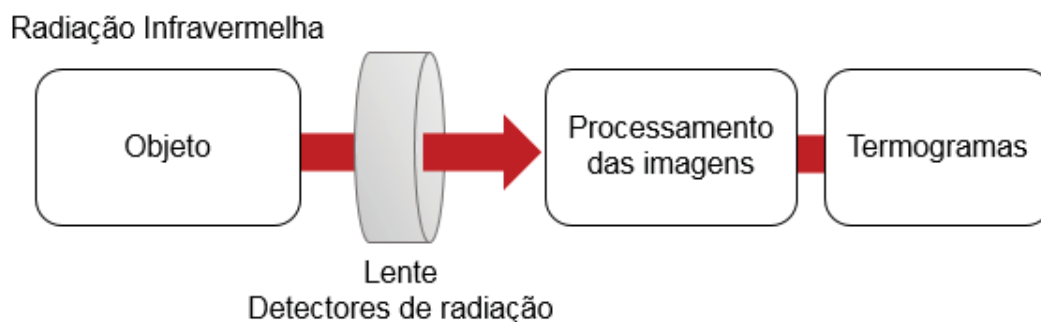
A radiação emitida através da pele humana é influenciada pelo grau de perfusão de sangue na pele, funcionamento celular, desta forma a termografia detecta as mudanças de perfusão no sangue, que pode ocorrer em função de inflamações, angiogênese e por outros motivos que causem a alteração da perfusão cutânea (BRIOSCHI, 2011). Como a emissividade do corpo humano é maior que 97,8%, e tem o comprimento de onda em torno de 9 a 10 μm (infravermelho longo), a medição da radiação emitida pela pele humana pode ser convertida em valores bastante precisos. A energia emitida pelo corpo humano é de aproximadamente 120 W, esses valores estão relacionados a temperatura pela lei de Stephan-Boltzman, equação 4.

$$W = \varepsilon \sigma T^4 \quad (4)$$

Nessa equação, W é o fluxo de energia radiante emitido pela superfície de área, dado por W/cm^2 , ε é a emissividade (0,978), σ a constante de Stephan-Boltzman ($5,67 \times 10^{-12} \text{ Watts K cm}^{-2}$) e T^4 a temperatura absoluta cutânea.

A energia emitida por um objeto é diretamente proporcional a sua área, à emissividade e a quarta potência (T^4) da sua temperatura absoluta, desta forma é possível mensurar a temperatura dos objetos a partir da energia emitida. Desta forma a radiação térmica emitida pelo corpo humano é captada pela câmera termográfica por meio de sensores (ALAHMER; ABDELHAMID; OMAR, 2012) que processa o valor recebido e o converte em imagem colorida instantaneamente, denominada termograma e pode ser vista em um monitor localizado na câmera. O funcionamento da câmera termográfica pode ser visto na figura 8.

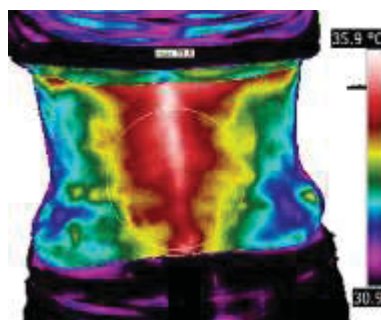
FIGURA 8 - FUNCIONAMENTO DA CÂMERA TERMOGRÁFICA.



Fonte: Autora, 2017.

Os termogramas são capazes de apresentar a variação da temperatura da pele humana em uma imagem (ALAHMER; ABDELHAMID; OMAR, 2012). Segundo Pereira (2013) o termograma mostra a diferença de temperatura existente em um elemento, na forma de gradientes de coloração, escala policromática, ou em tonalidades cinza, escala monocromática e são baseadas na física das radiações e termo regulação do corpo humano (SOUZA, 2014). Na figura 9 é possível visualizar um termograma.

FIGURA 9 - TERMOGRAMA.



Fonte: Autora (2016).

A interpretação da imagem infravermelha é baseada na resposta de fenômenos neurovasculares (SOUZA, 2014).

Apesar de grande parte dos estudos encontrados sobre termografia estarem relacionados com medições de construções (BALARAS; ARGIRIOU, 2002,) e principalmente na área médica (BRIOSCHI; YENG; TEIXEIRA, 2007, BRIOSCHI, 2011; SOUZA, 2014, BALARAS; ARGIRIOU, 2002, ANDRADE FILHO; NUNES,

2005, MITAL; SCOTT, 2006) estudos feitos por alguns autores (LIMA, 2006, PEREIRA, 2013, BERETTA, 2015, FERRARIN; LUDWING, 2000) identificam que a termografia infravermelha se mostra uma alternativa para análise de conforto térmico de assentos.

Segundo Pereira (2013) a análise termográfica pode ser feita por meio do método qualitativo, quando se deseja identificar diferenças no padrão de distribuição térmica em uma determinada região, pelo método quantitativo, quando é necessário identificar a gravidade da anomalia e de que forma deverá ser reparado, e pelo método analítico, utilizado em inspeções com o intuito de prever as anomalias.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

Nos capítulos anteriores foram expostos conceitos para o embasamento teórico, neste capítulo será feita uma apresentação de todas as etapas realizadas para o desenvolvimento do trabalho, com a finalidade de identificar e validar a hipótese de que a utilização da fibra natural de *Luffa Cylindrica* proporciona aos usuários, melhor conforto térmico quando comparada a espuma de poliuretano.

3.1 CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA

A caracterização desta pesquisa segundo Silva e Menezes (2005) é de natureza aplicada, porque têm como objetivo gerar conhecimento para aplicações práticas e solucionar problemas identificados. A forma de abordagem utilizada é quali-quantitativa, que traduz em números as informações coletadas para posteriormente serem classificadas e analisadas.

O objetivo é exploratório, porque envolve levantamento bibliográfico, e explicativo porque visa identificar quais fatores contribuem para a ocorrência dos fatos.

Utilizando do método experimental, porque possui fonte de dados em laboratório e procedimentos experimentais.

Para o desenvolvimento do estudo exploratório uma estrutura foi proposta para a coleta dados, essa pode ser vista na figura 10.

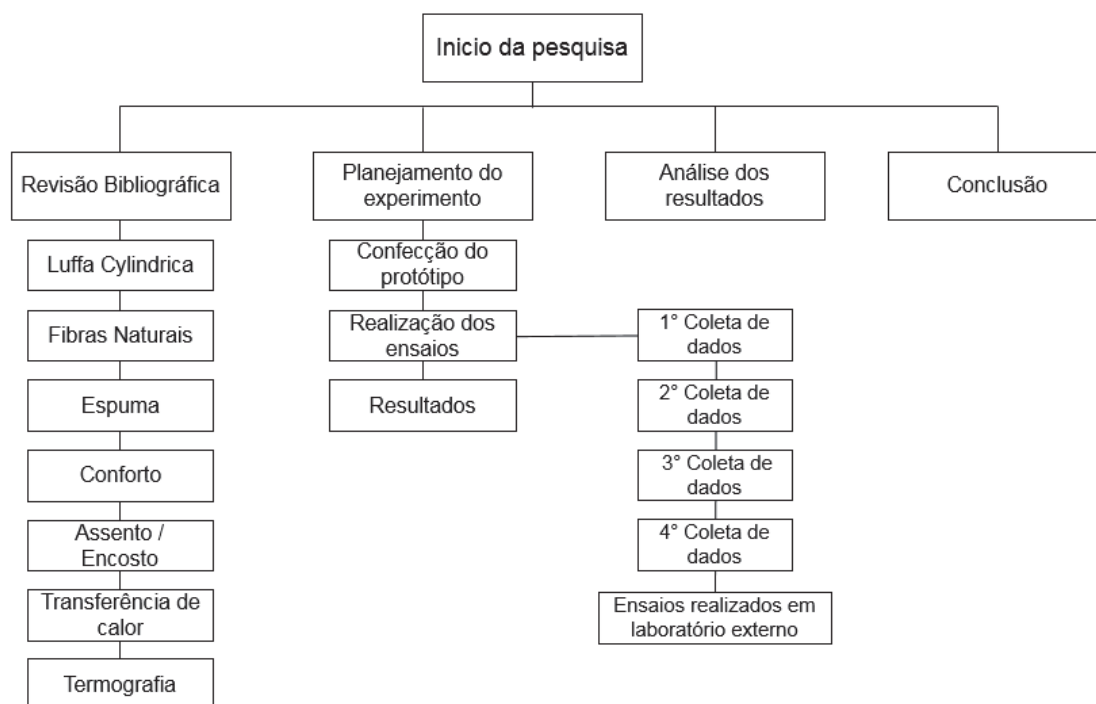
Primeiramente foi realizada uma revisão bibliográfica sistemática nas seguintes bases de dados: Portal da Capes, *Web Of Cience* e *Science Direct*, a fim de encontrar na literatura pesquisas relacionadas a este estudo, como critério de seleção, foi estabelecido que seriam utilizados estudos que abordavam o tema conforto e conforto térmico em assentos. Foram selecionados 46 artigos relacionados a conforto em assento. e dentre estes 15 abordavam o tema conforto térmico em assentos e apenas 1 artigo abordava o tema fibras naturais e conforto térmico de assentos.

Após a revisão bibliográfica foram realizadas as coletas de dados termográficos, divididos em quatro etapas e os ensaios externos no material de

estudo, com os resultados obtidos foi feita a análise dos resultados e finalmente chegou-se as conclusões.

Todas as coletas de dados foram realizadas perante o preenchimento do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), que atende a Resolução 196/96-CNS-MS e o “Código de Deontologia do Ergonomista Certificado”, Norma ERG BR 1002 da ABERGO.

Figura 10 - FLUXOGRAMA COM A ESTRUTURA DA COLETA DE DADOS



Fonte: Autora (2017).

3.2 PRIMEIRA COLETA DE DADOS TERMOGRÁFICOS

O objetivo da primeira coleta de dados termográficos foi desenvolver um método para a realização dos ensaios termográficos. E definir o intervalo de tempo que seria utilizado entre as imagens termográficas. Segundo Rossignoli (2014) para realizar a coletas de dados termográficos é necessário padronizar o procedimento para que os dados gerados sejam precisos. O protocolo utilizado para a coleta dos dados termográficos neste primeiro momento pode ser visto no item 3.10.

Este estudo também teve como objetivo realizar uma pré análise da temperatura proporcionada pela fibra de *Luffa Cylindrica* em um encosto, comparando-a com outro material, a fibra de silicone.

Foram tomadas imagens da região lombar (Área 1 – item 3.9) de um sujeito, do sexo feminino, saudável, com 52 anos de idade.

3.3 SEGUNDA COLETA DE DADOS TERMOGRÁFICOS

A primeira coleta de dados termográficos foi realizada com apenas um sujeito, e o contato com a fibra de silicone não causou diferença de temperatura na pele do sujeito durante a coleta de dados. Após estes resultados foi realizado um estudo sobre os assentos empregados em escritórios, empresas, laboratórios, etc., e neste foi possível identificar que parte dos assentos utilizados é constituído de espumas de poliuretano. Desta forma o objetivo da segunda coleta de dados termográficos foi analisar as imagens termográficas de dois assentos constituídos de materiais diferentes, um composto de uma manta de *Luffa Cylindrica* e o outro de espuma de poliuretano.

Nesta coleta de dados foram obtidas imagens da lombar (Área 1 – item 3.9) e da região posterior das pernas, coxas e glúteos de 5 sujeitos, 3 homens e 2 mulheres.

Para fins de controle da variável vestimenta, foi definido que a roupa utilizada pelos participantes durante a coleta de dados deveria ser uma calça jeans e uma camiseta de algodão, com a finalidade de reproduzir as situações recorrentes ao cotidiano.

3.4 TERCEIRA COLETA DE DADOS TERMOGRÁFICOS

O objetivo da terceira coleta de dados termográficos foi identificar a variação de temperatura proporcionada pelos assentos controlando a variável “roupa” do sujeito.

Segundo Simion, Socaciu e Unguresan (2016) a roupa protege o usuário contra condições climáticas e atua como termorreguladora do corpo humano, mantendo o equilíbrio térmico, e para Pereira (2013) roupas com pouca

permeabilidade e baixa condutibilidade dificultam a troca de calor entre o homem e o ambiente, reduzindo a perda de calor para o ambiente.

A resistência térmica dos tecidos depende diretamente da sua composição, por este motivo para a realização da coleta de dados termográficos foi disponibilizado aos sujeitos uma roupa branca, confeccionada com um tecido 100% algodão.

Nesta coleta de dados foram obtidas imagens da lombar (Área 1 – item 3.9) e da região posterior das pernas, coxas e glúteos de 5 sujeitos, do sexo masculino.

3.5 QUARTA COLETA DE DADOS TERMOGRÁFICOS

A quarta coleta de dados termográficos foi feita com o intuito de verificar a variação de temperatura corporal dos sujeitos proporcionado pelos assentos, afim de analisar a influência que a roupa exerce sob a pele, e identificar se o comportamento da variação de temperatura ocorre de maneira semelhante nos dois tipos de assento. Nesta coleta de dados termográficos aplicou-se também um questionário, que pode ser visto no apêndice 1, com o intuito de identificar se os pontos ditos pelos sujeitos que causam desconforto são os mesmos que podem ser vistos nos termogramas.

Nesta coleta de dados foram obtidas imagens da lombar (Área 1 – item 3.9) e da região posterior das pernas, coxas e glúteos de 5 sujeitos, do sexo feminino.

3.6 ENSAIOS EXTERNOS

Com a realização da coleta dos dados termográficos e tendo identificado o conforto térmico proporcionados pelos assentos confeccionados com a manta de *Luffa Cylindrica*, foram realizados alguns ensaios para identificar se existe a possibilidade de aplicação industrial da manta.

Para a realização dos ensaios foram confeccionados dois protótipos, nos quais uma manta de *Luffa Cylindrica* cortada longitudinalmente, foi inserida na moldagem da espuma de poliuretano, pelo processo de injeção mecânica. A confecção dos protótipos pode ser vista no item 3.12.

Para identificar a viabilidade da inserção de uma manta de *Luffa Cylindrica* em um processo produtivo de larga escala foi definido que alguns testes deveriam ser realizados previamente, e dentro das possibilidades de execução, foi definido que seriam realizados ensaios de flexibilidade, flamabilidade e densidade.

A realização dos ensaios ocorreu em parceria com a Renault do Brasil, seguindo normas específicas do seu processo produtivo que atendem os requisitos necessários para a fabricação de assentos (ANEXO 2).

No ensaio de flexibilidade da espuma de poliuretano em conjunto com a manta de *Luffa Cylindrica*, a máquina Zwick, executa ciclos de compressão e descompressão sob a espuma, afim de identificar a taxa de compressão. No ensaio de flamabilidade, um corpo de prova é cortado e queimado sob uma chama continua em uma pequena câmara fechada, e no ensaio de densidade uma amostra do protótipo é recortada e pesada, para identificar se atende aos requisitos da norma da indústria.

3.7 MATERIAIS

A coleta dos dados termográficos foi realizada no Laboratório de Ergonomia e Usabilidade da Universidade Federal do Paraná, LabErg, a uma temperatura ambiente de 24°C. Para medir e controlar a temperatura do ambiente foi utilizado um termo higrômetro e um climatizador Springer, a coleta dos dados termográficos deve ser realizada em um ambiente controlado, devido a fisiologia humana (MITAL, 2004) e também para que outros fatores não se interfiram nos resultados.

Na primeira coleta de dados termográficos foi usada uma câmera termográfica Therma CAM T400 (FLIR), que atua na faixa espectral de ondas eletromagnéticas entre 7,5 a 13µm, o que corresponde a uma temperatura na faixa de -20°C até +350°C. A precisão de temperatura reportada pelo fabricante é de $\pm 1^\circ\text{C}$ nas medições. Dois encostos revestidos com tecido 100% algodão. Um preenchido com fibras de silicone e outro preenchido com fibras de *Luffa Cylindrica*, as fibras podem ser vistas na figura 11, cada encosto media 41 centímetros de largura, 43 centímetros de altura e 13 centímetros de profundidade e o sujeito foi posicionado em uma cadeira fixa de ângulo reto.

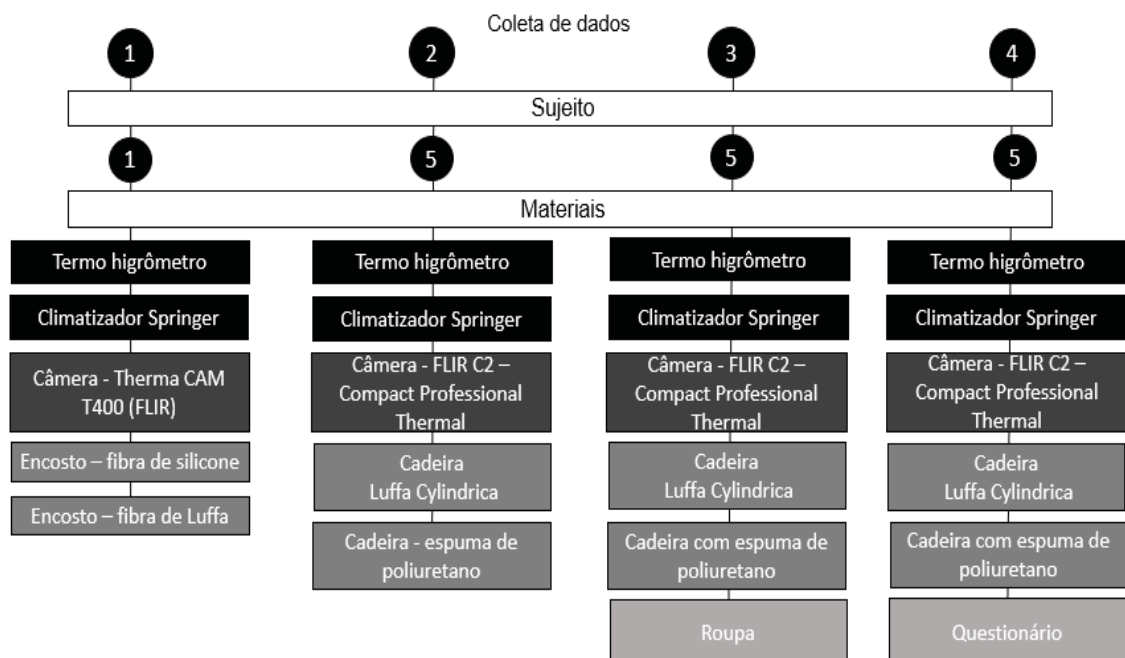
FIGURA 11 - FIBRAS DE SILICONE (1) E FIBRAS DE *LUFFA CYLINDRICA* (2).

Fonte: Autora (2017).

Na segunda, terceira e na quarta coleta de dados foi utilizada uma câmera termográfica FLIR C2 - Compact Professional Thermal - capaz de mensurar a temperatura dos objetos que apresentem uma temperatura entre -10°C e 150°C . A câmera apresenta precisão de $\pm 2\%$ nas medições segundo dados do fabricante.

Uma síntese das coletas dos dados termográficos pode ser vista na figura 12.

FIGURA 12 - SÍNTESE DOS MATERIAIS UTILIZADOS NA COLETA DE DADOS TERMOGRÁFICOS



Fonte: Autora (2017).

A tomada das imagens foi feita a uma distância de 2,5 m do sujeito, essa distância foi utilizada, com o intuito de minimizar os efeitos provocados na leitura da quantidade de radiação emitida em função da distância. Quando utilizada uma distância muito grande, entre o sujeito e a câmera, a resolução das imagens tende a diminuir, e a temperatura captada pela câmera, passa a ser uma média da radiação emitida, diminuindo a confiabilidade dos resultados (VERATTI, 2011).

Após coletar as imagens com as temperaturas corporais estas foram transferidas para um notebook HP e analisadas pelo Software FLIR Tools versão C2, tabuladas em uma planilha no Excel 2013, e analisadas também pelo Minitab.

3.8 MODIFICAÇÃO DOS ASSENTOS UTILIZADOS NOS ENSAIOS TERMOGRÁFICOS

Na segunda, terceira e quarta coleta de dados, foram utilizados dois assentos. Um assento foi confeccionado com mantas de fibra de *Luffa Cylindrica* (assento A).

Para a formação da manta, as fibras foram cortadas longitudinalmente, figura 13, prensadas e costuradas umas às outras, de modo que estas reproduzissem uma manta homogênea, dentro das possibilidades morfológicas da planta. O outro assento era constituído de espuma de poliuretano moldada (assento B).

FIGURA 13 - *LUFFA CYLINDRICA* CORTADA LONGITUDINALMENTE.



Fonte: Autora (2017).

As cadeiras foram preparadas em uma marcenaria local e o processo de transformação pode ser visto na figura 16, neste primeiramente uma cadeira foi desmontada (1) e a espuma de poliuretano contida no seu interior foi substituída pela manta de *Luffa Cylindrica* (2 e 3), e posteriormente a cadeira foi revestida com um tecido automotivo, 100% Poliéster. Este material foi utilizado com o intuito de reproduzir um assento real, uma vez que grande parte dos assentos confeccionados apresentam esta composição, devido ao baixo custo, alta resistência e boa estabilidade dimensional da matéria – prima (CENGIZ; BABALIK, 2006; CENGIZ; BABALIK, 2009). O tecido foi fornecido por uma empresa da região de Curitiba.

FIGURA 14 - MODIFICAÇÃO DOS ASSENTOS.



Fonte: Autora (2017).

Na figura 15, visualiza-se os dois assentos. O assento A, confeccionado com a manta de *Luffa Cylindrica* e o assento B, preenchido com espuma de poliuretano moldado.

FIGURA 15 - ASSENTOS PREPARADOS PARA A COLETA DE DADOS. ASSENTO A, PREENCHIDO COM MANTA DE *LUFFA CYLINDRICA* E O ASSENTO B, PREENCHIDO COM ESPUMA DE POLIURETANO MOLDADA.



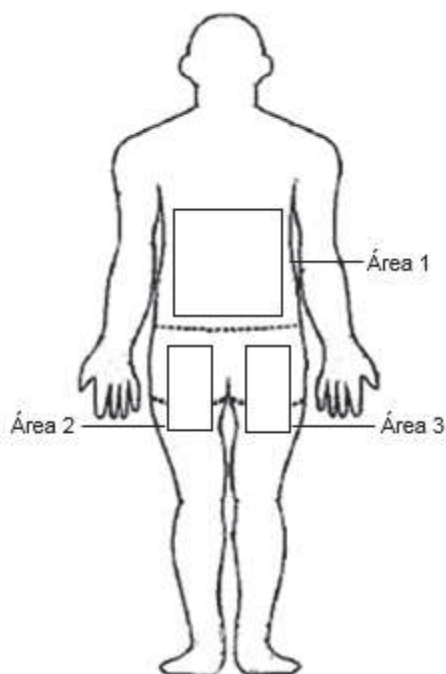
Fonte: Autora (2017).

3.9 LOCALIZAÇÃO DOS PONTOS PARA ANÁLISE DAS TEMPERATURAS

Para a análise dos dados nas imagens termográficas foram definidos três locais nos quais seriam feitas as medições das temperaturas proporcionadas pelos assentos. Estes locais foram definidos em função da área de maior contato na interface assento/usuário e na observação dos termogramas. Sendo possível identificar os locais aonde a pressão proporcionada pelos assentos era maior, e consequentemente aonde havia aumento de temperatura. Pois segundo Brioschi (2011) a termografia demonstra o grau de vasodilatação da pele, refletindo o funcionamento do Sistema Nervoso Neurovegetativo Simpático, através de um aumento de pressão exercida sob o tecido epitelial que pode causar alterações térmicas locais.

As áreas definidas podem ser visualizadas na figura 16.

FIGURA 16 - LOCALIZAÇÃO DOS PONTOS SELECIONADOS NO SUJEITO.



Fonte: Autora (2017).

A área 1 é a região aonde se localizam as cinco vertebrae lombares, local no qual o usuário apoia as costas para manter-se equilibrado no assento. E as áreas 2 e 3, são regiões correspondentes as tuberosidades isquiáticas e a região posterior das pernas, coxa posterior e glúteos, regiões estas que na posição sentada mantem-se o tempo todo em contato com o assento.

3.10 QUESTIONÁRIO

Na quarta coleta de dados foi aplicado um questionário que teve como finalidade identificar os pontos de desconforto percebidos pelos sujeitos quando estes utilizavam os assentos. E identificar se as regiões relatadas pelos sujeitos eram as mesmas onde as interações fisiológicas apresentavam um comportamento diferente do normal.

Zemp, Taylor e Lorenzetti (2015) defendem um modelo de quantificação de percepções subjetivas, onde devem ser avaliadas as sensações de conforto e

desconforto, através de questionários, e a partir dos dados obtidos nestes é possível quantificar as informações obtidas.

Para Souza (2010) é de extrema importância que os pesquisadores aliem os resultados obtidos com a percepção subjetiva de conforto.

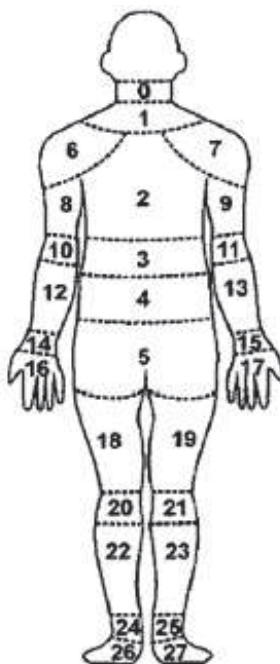
A presença de desconforto, causa modificação no fluxo sanguíneo, que pode ser observada através da imagem termográfica, e mostra-se um método eficiente para se correlacionar com a percepção do usuário, sendo assim é possível comparar os resultados obtidos na aplicação do questionário com os termogramas gerados pela câmera termográfica.

No questionário foram apontados dados pessoais e antropométricos dos usuários e também informações referentes aos pontos de desconforto percebidos nos dois assentos, segundo Zhang, Helander e Drury (1996) conforto e desconforto precisam ser tratados como um conjunto, em investigações ergonômicas.

Para identificação destes pontos foi utilizado o Mapa de Desconforto Muscular, de Corlett e Bishop (1976), figura 19, a forma mais conhecida para identificar o desconforto em várias regiões do corpo (MEDEIROS, 2015) e uma escala de avaliação de desconforto, figura 20, no qual o usuário quantifica a sensação de desconforto proporcionada pelos assentos na região sinalizada anteriormente.

No diagrama de Corlett e Bishop (1976), o corpo humano é segmentado em diversas regiões, conforme figura 17, sobre as quais os sujeitos investigados devem identificar o desconforto percebido. O objetivo é mapear os principais pontos de desconforto. E para quantificar os valores percebidos, são utilizadas escalas de avaliação de desconforto, que podem ser expressas em números, palavras ou expressões e/ou cores, que posteriormente são transformadas em valores numéricos.

FIGURA 17 - MAPA DE DESCONFORTO MUSCULAR DE CORLETT E BISHOP.



Fonte: Corlett e Bishop (1976).

Neste estudo a intensidade do desconforto foi classificada conforme a figura 18.

FIGURA 18 - ESCALA DE AVALIAÇÃO DE DESCONFORTO.

1	2	3	4	5
Nenhum desconforto	Algum desconforto	Moderado desconforto	Bastante desconforto	Intolerável / desconfortável

Fonte: Autora (2017).

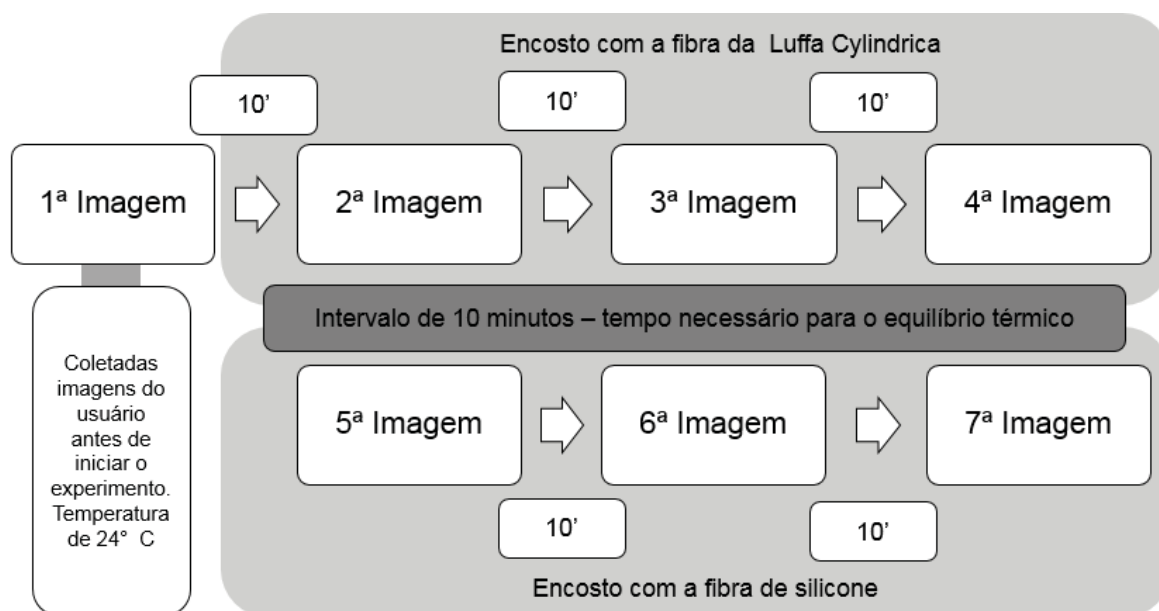
3.11 PROCEDIMENTO DE COLETA DE DADOS TERMOGRÁFICOS

Para realizar a primeira coleta de dados termográficos inicialmente foi desenvolvido um método para tal, que pode ser visto na figura 19.

Neste método primeiramente foram obtidas imagens do encosto preenchido com fibras de *Luffa Cylindrica*, e depois foram obtidas imagens do encosto preenchido com as fibras de silicone. Foi definido que seriam realizadas 7 imagens

no total, uma imagem antes de iniciar o procedimento, afim de identificar a temperatura corporal do sujeito antes do contato proporcionado pelos materiais.

FIGURA 19 - PROTOCOLO PARA A REALIZAÇÃO DA COLETA DE DADOS TERMOGRÁFICOS



Fonte: Autora (2017).

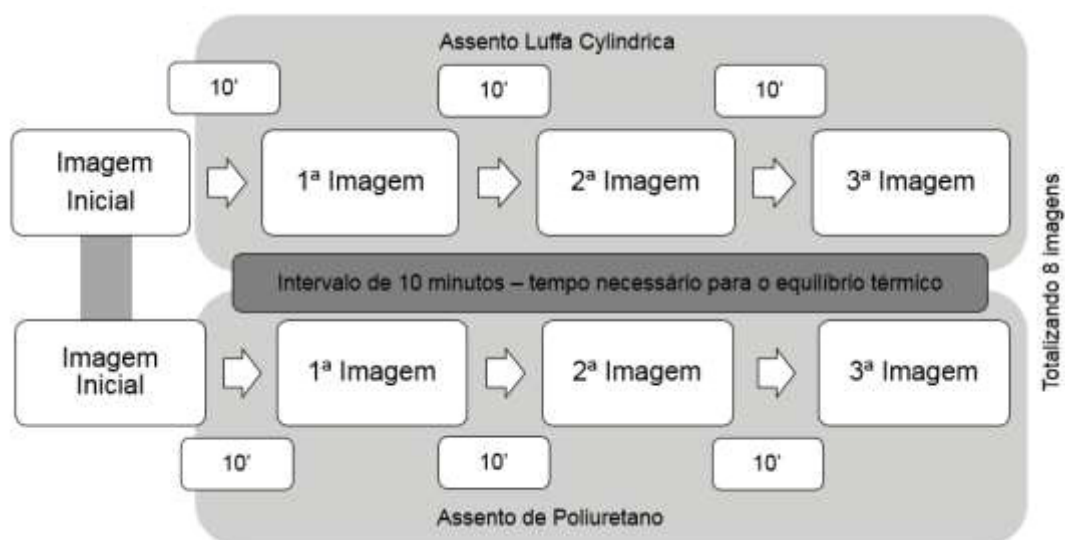
Foram realizadas 2 imagens do assento composto por fibras de *Luffa Cylindrica*, respeitando um intervalo de 10 minutos entre estas, durante este intervalo o sujeito permanecia em contato com o encosto. E após 10 minutos era feita uma terceira imagem, neste intervalo de tempo o sujeito não ficava em contato com o assento, este procedimento foi adotado com o intuito de verificar o resfriamento da pele após o contato com os dois assentos. Depois as imagens foram tomadas da mesma forma do encosto composto com fibras de silicone.

Um tempo de 10 minutos entre a tomada das imagens dos dois encostos foi adicionado, tempo este recomendado para aclimatização, i.e., equilíbrio térmico do corpo.

Embora o primeiro método realizado tenha se mostrado de fácil reprodutibilidade, na segunda coleta de dados termográficos foram feitas algumas alterações no método com o intuito de gerar uma quantidade maior de informações para verificar as alterações de temperatura causadas pelos dois assentos. O novo

procedimento, o método 2, que foi utilizado nas demais coletas de dados pode ser visto na figura 20.

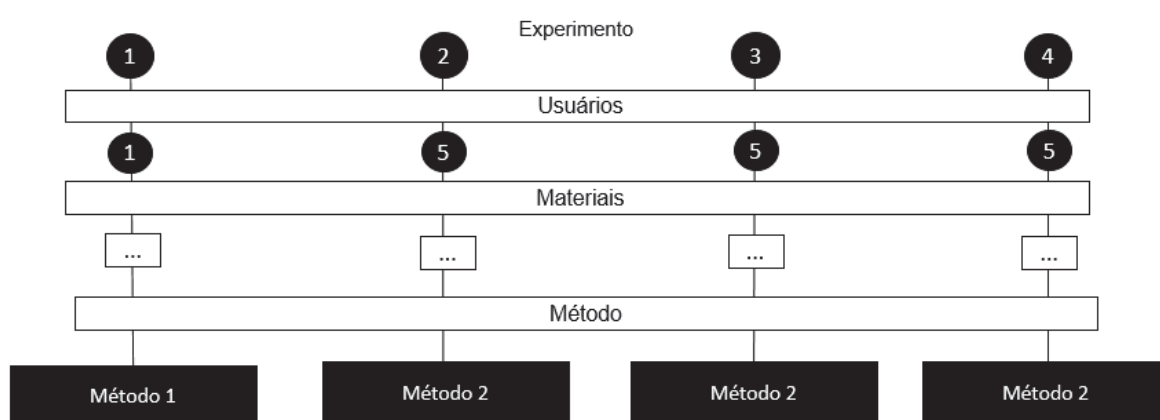
FIGURA 20 - MÉTODO PARA A REALIZAÇÃO DA COLETA DE DADOS



Fonte: Autora (2017).

Neste procedimento, foram realizadas 8 imagens, desta vez com o objetivo de verificar a evolução da temperatura em relação ao tempo que o sujeito permanece sentado no assento, foi estipulado que o tempo entre uma imagem e outra foi de 10 minutos. Primeiramente foram realizadas as imagens do sujeito em contato com o assento de *Luffa Cylindrica* e posteriormente as imagens do sujeito em contato com o assento de poliuretano. Uma síntese dos métodos realizados na coleta dos dados termográficos pode ser vista na figura 21.

FIGURA 21 - SÍNTESE DOS MÉTODOS UTILIZADOS NA COLETA DE DADOS



Fonte: Autora (2017).

3.11.1 Tempo utilizado na coleta de dados termográficos

Para execução da coleta de dados termográficos, foi definido que as imagens seriam tomadas com um intervalo de 10 minutos entre elas, isso porque segundo Fiell e Fiell (2001) após este tempo o sujeito começa a sentir desconforto na posição em que se encontra e tende a mudar de posição, o que causa interferência nos resultados.

3.12 CONFECÇÃO DO PROTÓTIPO DO ASSENTO INDUSTRIAL

Para a realização dos testes externos, foram confeccionados dois assentos, através do processo de injeção mecânica, a figura 22 mostra parte desse processo produtivo, neste a manta de *Luffa Cylindrica* é cortada longitudinalmente e inserida na parte central do molde do assento.

O protótipo foi confeccionado em uma empresa fornecedora da Renault do Brasil, e seguiu as normas internas dessa indústria.

FIGURA 22 - CONFEÇÃO PROTÓTIPO INDUSTRIAL COM MANTA DE *LUFFA* CYLINDRICA.



Fonte: Autora (2018).

Para a realização dos ensaios foram confeccionados dois protótipos, que podem ser vistos na figura 23.

FIGURA 23 - PROTÓTIPO ASSENTO INDUSTRIAL



Fonte: Autora (2018).

4 ANÁLISE DOS RESULTADOS

Neste capítulo serão apresentados os resultados obtidos em cada etapa das coletas de dados e também as discussões sobre estas.

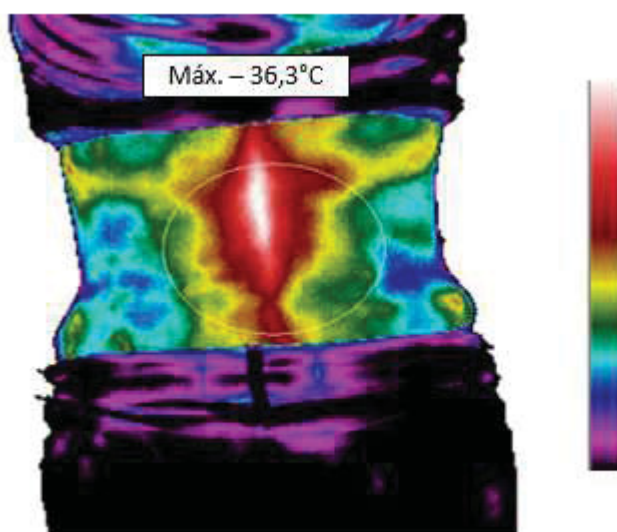
Como o objetivo da primeira coleta de dados foi desenvolver um procedimento para a tomada de imagens e identificar a variação de temperatura proporcionada por dois materiais diferentes, a análise dos resultados foi feita separadamente, assim a seção 4.1. apresentará os resultados relativos a este processo.

A segunda, a terceira e a quarta coleta de dados termográficos, foram realizadas com o objetivo de verificar o comportamento da temperatura ocasionado pelos assentos aos sujeitos, e também pela variável “vestimenta”, seguindo o protocolo pré-estabelecido, desta forma a análise dos resultados destes processos será descrita conjuntamente.

4.1 ANÁLISE DOS RESULTADOS OBTIDOS NA PRIMEIRA COLETA DE DADOS

No termograma, representado pela figura 24, foi possível identificar que a temperatura máxima inicial na região da lombar é de 36,3°C.

FIGURA 24 - TERMOGRAMA ANTES DE INICIAR COLETAS DE DADOS TERMOGRÁFICOS.

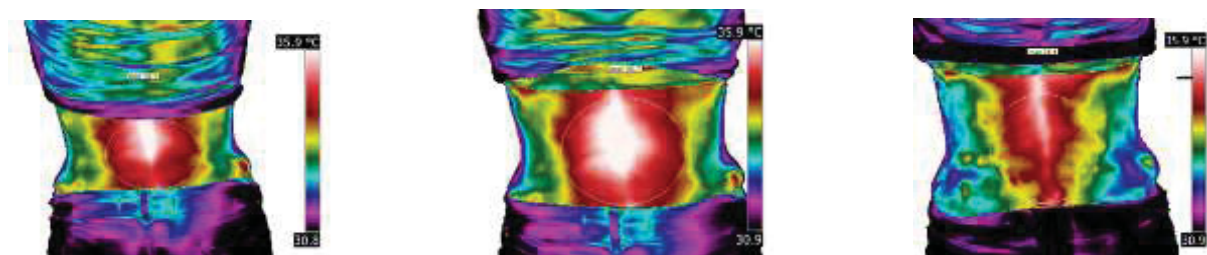


Fonte: Autora (2016).

Na tabela 2, estão relacionadas as imagens e as temperaturas obtidas através do contato com o encosto da *Luffa Cylindrica*.

TABELA 2 - TEMPERATURAS OBTIDAS EM CONTATO COM O ENCOSTO DE *LUFFA CYLINDRICA*.

1ª Imagem – <i>Luffa Cylindrica</i>	2ª Imagem – <i>Luffa Cylindrica</i>	3ª Imagem – <i>Luffa Cylindrica</i>
Temperatura máxima = 36,5°C	Temperatura máxima = 36,7°C	Temperatura máxima = 35,6°C



Fonte: Autora (2016).

E na tabela 3, é possível visualizar as imagens e as temperaturas obtidas através do contato com o encosto da fibra de silicone.

TABELA 3 - TEMPERATURAS OBTIDAS EM CONTATO COM O ENCOSTO DE FIBRAS DE SILICONE.

1ª Imagem Fibra de Silicone	2ª Imagem Fibra de Silicone	3ª Imagem Fibra de Silicone
Temperatura máxima = 36,3°C	Temperatura máxima = 36,3°C	Temperatura máxima = 36,3°C



Fonte: Autora (2016).

Os termogramas permitiram identificar que a temperatura máxima proporcionada pelo encosto confeccionado com a manta de *Luffa Cylindrica* foi de 36,7°C e no encosto confeccionado com a fibra de silicone foi de 36,3°C. E os valores podem ser vistos na tabela 4.

TABELA 4 - COMPARATIVO ENTRE AS TEMPERATURAS OBTIDAS NA PRIMEIRA COLETA DE DADOS

Comparativo entre as temperaturas obtidas	
Imagem antes do contato com o encosto	36,3 °C
Fibra <i>Luffa Cylindrica</i>	
1° Imagem	36,5 °C
2° Imagem	36,7 °C
Imagem após 10 minutos última captação	35,6 °C
Fibra silicone	
1° Imagem	36,3 °C
2° Imagem	36,3 °C
Imagem após 10 min última captação	36,3 °C

Fonte: Autora (2016).

4.2 TEMPERATURAS NA SEGUNDA, TERCEIRA E QUARTA COLETA DE DADOS

A análise feita nos gráficos foi comparativa, analisando a evolução da temperatura ao longo do tempo, afim de identificar a diferença de temperatura no intervalo de tempo pré-estabelecido, bem como no início e no final da coleta de dados.

Na tabela 5, é possível verificar a diferença de temperatura (Δt), ao longo do tempo, no assento A (*Luffa Cylindrica*) e no assento B (Espuma de poliuretano), no segundo teste.

TABELA 5 – EVOLUÇÃO DA TEMPERATURA NA SEGUNDA COLETA DE DADOS

(continua)

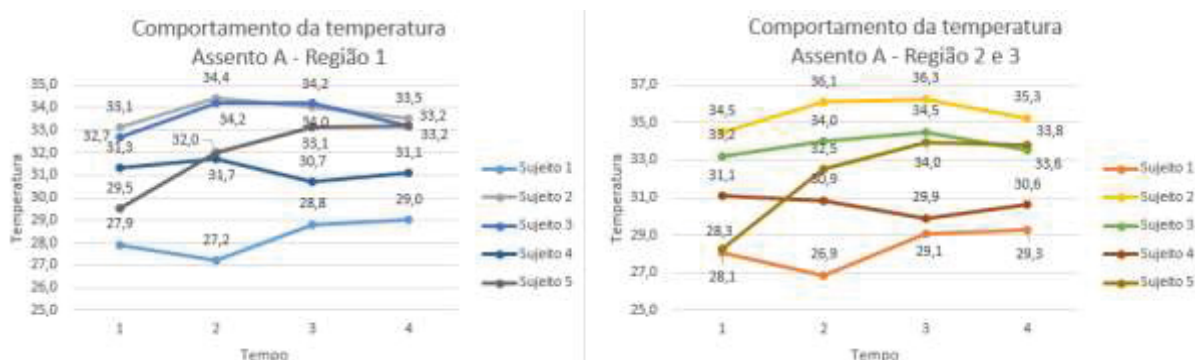
Sujeito	Tempo	Assento A (<i>Luffa Cylindrica</i>)				Assento B (Espuma de Poliuretano)			
		Região 1		Região 2/3		Região 1		Região 2/3	
			Δt		Δt		Δt		Δt
1	t(0')	27,9	-	28,1	-	28,5	-	27,5	-
	t1(10')	27,2	-0,7	26,9	-1,2	27,6	-0,9	28,0	0,5
	t2(20')	28,8	1,6	29,1	2,3	27,4	-0,2	27,5	-0,4
	t3(30')	29,0	0,2	29,3	0,2	29,7	2,3	29,7	2,2
2	t(0')	33,1	-	34,5	-	33,4	-	34,3	-
	t1(10')	34,4	1,3	36,1	1,6	33,6	0,2	35,8	1,5
	t2(20')	34,0	-0,4	36,3	0,1	35,5	1,9	37,5	1,7
	t3(30')	33,5	-0,5	35,3	-1,0	35,1	-0,4	36,9	-0,6
3	t(0')	32,7	-	33,2	-	30,7	-	31,9	-
	t1(10')	34,2	1,5	34,0	0,8	32,0	1,3	33,1	1,2
	t2(20')	34,2	0,0	34,5	0,5	33,4	1,4	34,1	1,0

(conclusão)									
	t3(30')	33,2	-1,0	33,6	-1,0	33,9	0,5	33,0	-1,1
4	t(0')	31,3	-	31,1	-	30,3	-	28,5	-
	t1(10')	31,7	0,4	30,9	-0,3	30,7	0,4	29,9	1,5
	t2(20')	30,7	-1,0	29,9	-1,0	32,7	2,0	32,4	2,5
	t3(30')	31,1	0,4	30,6	0,7	32,2	-0,5	32,4	0,0
5	t(0')	29,5	-	28,3	-	32,4	-	32,6	-
	t1(10')	32,0	2,5	32,5	4,3	34,4	2,0	34,8	2,2
	t2(20')	33,1	1,1	34,0	1,5	34,6	0,2	35,1	0,3
	t3(30')	33,2	0,1	33,8	-0,2	34,1	-0,5	34,8	-0,3

Fonte: Autor (2017).

No gráfico 1, é possível visualizar a evolução da temperatura ao longo do tempo de 30 minutos, no assento A.

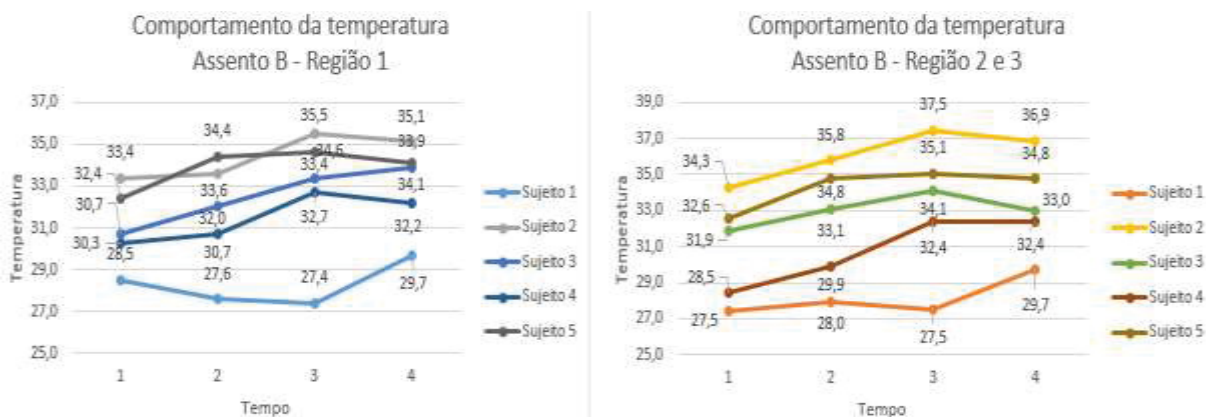
GRÁFICO 1 – EVOLUÇÃO DA TEMPERATURA AO LONGO DO TEMPO NO SEGUNDO TESTE – ASSENTO A



Fonte: Autor (2017).

E no gráfico 2, é possível visualizar a evolução da temperatura ao longo do tempo no assento B.

GRÁFICO 2 – EVOLUÇÃO DA TEMPERATURA AO LONGO DO TEMPO NO SEGUNDO TESTE – ASSENTO B



Fonte: Autor (2017).

No assento A, composto pela manta de *Luffa Cylindrica*, a evolução da temperatura proporcionada pelo assento em cada sujeito, apresenta um comportamento diferente, porém o comportamento nos pontos analisados segue o mesmo padrão.

A maior variação de temperatura ocorre até a t_3 , tempo que corresponde a 20 minutos após o início do ensaio, e é bastante variável em cada um dos sujeitos, e após este ponto a temperatura tende a cair ou estabilizar, apenas em um sujeito a temperatura aumenta, sujeito 1.

No assento B, confeccionado com espuma de poliuretano, em alguns sujeitos a evolução da temperatura acontece de maneira diferente nos pontos analisados, em grande parte dos sujeitos a temperatura sobe até o T_3 , e após este tempo a temperatura tende a cair, apenas um sujeito apresenta o comportamento diferente, no qual a temperatura tende a subir até o fim do procedimento de coleta de dados.

O sujeito que apresenta comportamento atípico nos dois assentos é o sujeito 1, é importante ressaltar que fatores individuais como gênero, idade, medidas antropométricas, metabolismo e emissividade da pele podem afetar os resultados.

Na tabela 6, é possível verificar a diferença de temperatura, ao longo do tempo, nos dois assentos (A e B), na terceira coleta de dados.

TABELA 6 - EVOLUÇÃO DA TEMPERATURA NA TERCEIRA COLETA DE DADOS

(continua)

Sujeito	Tempo	Assento A – <i>Luffa Cylindrica</i>				Assento B – Espuma de Poliuretano			
		Região 1		Região 2/3		Região 1		Região 2/3	
			Δt		Δt		Δt		Δt
1	t(0')	32,0	-	31,3	-	31,8	-	31,9	-
	t1(10')	32,0	0,0	31,5	0,2	31,8	0,0	31,7	-0,2
	t2(20')	31,6	-0,4	31,0	-0,4	33,3	1,5	32,5	0,8
	t3(30')	33,1	1,5	32,4	1,4	33,5	0,2	32,4	-0,1
2	t(0')	27,8	-	27,7	-	26,6	-	26,6	-
	t1(10')	27,7	-0,1	27,8	0,0	29,2	2,6	29,4	2,8
	t2(20')	28,3	0,6	27,9	0,1	29,2	0,0	29,2	-0,2
	t3(30')	29,1	0,8	29,2	1,3	28,5	-0,7	27,7	-1,5
3	t(0')	33,1	-	32,6	-	31,7	-	31,9	-
	t1(10')	33,7	0,6	33,3	0,7	34,5	2,8	33,6	1,7
	t2(20')	32,3	-1,4	30,1	-3,2	34,8	0,3	34,1	0,5

								(conclusão)	
	t3(30')	33,7	1,4	33,6	3,5	33,4	-1,4	32,4	-1,7
4	t(0')	31,6	-	31,1	-	28,8	-	27,9	-
	t1(10')	31,3	-0,3	30,7	-0,3	29,4	0,6	28,2	0,3
	t2(20')	29,0	-2,3	28,6	-2,2	31,1	1,7	30,4	2,2
	t3(30')	29,3	0,3	28,6	0,1	30,2	-0,9	28,7	-1,7
	t(0')	32,2	-	31,2	-	30,4	-	30,1	-
5	t1(10')	32,3	0,1	30,9	-0,3	31,5	1,1	32,0	2,0
	t2(20')	29,9	-2,4	28,6	-2,3	32,3	0,8	31,6	-0,4
	t3(30')	30,3	0,4	30,0	1,4	31,4	-0,9	29,8	-1,9

Fonte: Autor (2017).

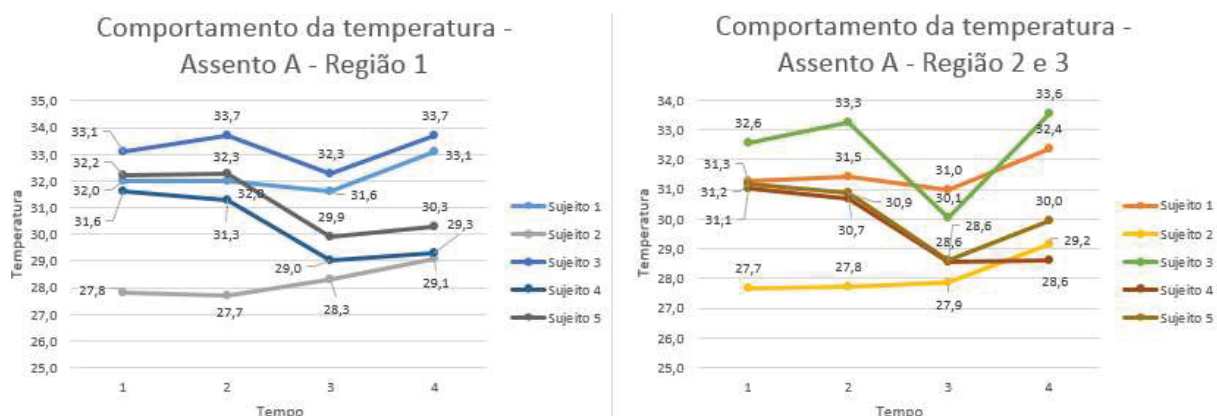
Nesta coleta de dados todos os pontos analisados nos sujeitos no gráfico demonstram o mesmo padrão de comportamento relacionando a tempo versus a temperatura, embora na evolução de temperatura haja diferenças individuais, é importante ressaltar que neste estudo a roupa utilizada pelos sujeitos foi padronizada, com uma roupa branca, 100% algodão.

No assento A, a temperatura dos sujeitos se mantém praticamente estável até o t_2 e diminui no t_3 , após este ponto o gráfico mostra uma tendência de elevação da temperatura, somente o sujeito 2 apresenta um comportamento diferenciado, a temperatura é estável até a t_3 e somente após este tempo (20 minutos) tende a subir até o fim do ensaio.

No assento B, a temperatura em grande parte dos sujeitos sobe até t_3 (20 minutos) e depois tende a cair até t_4 . Somente o sujeito 1, tem o comportamento diferente dos outros sujeitos, neste a temperatura sobe até t_2 (10 minutos) e se mantém estável até t_3 e depois cai até a t_4 .

No gráfico 3 é possível visualizar a evolução da temperatura ao longo do tempo no assento A, na região 1 e também na região 2 e 3, no terceiro teste.

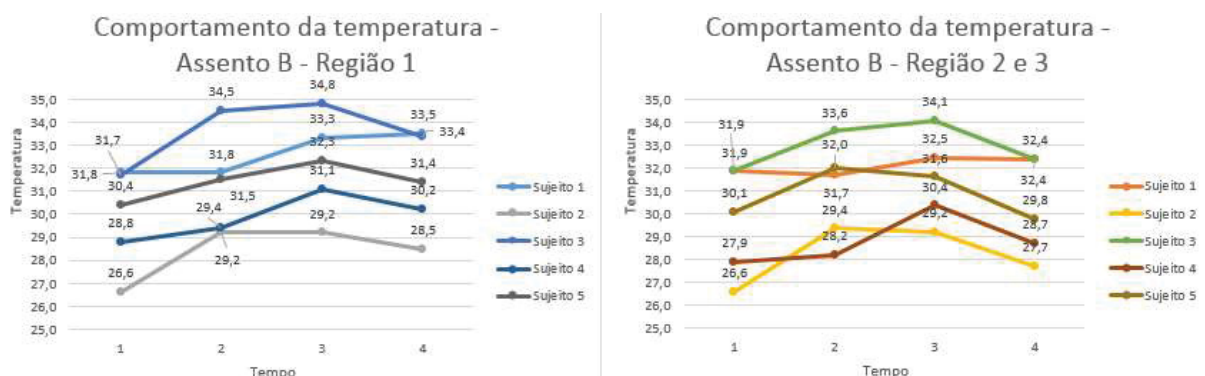
GRÁFICO 3 - EVOLUÇÃO DA TEMPERATURA AO LONGO DO TEMPO NO TERCEIRO TESTE – ASSENTO A



Fonte: Autor (2017).

Já no gráfico 4, é possível visualizar a evolução da temperatura ao longo do tempo no assento B.

GRÁFICO 4 - EVOLUÇÃO DA TEMPERATURA AO LONGO DO TEMPO NO TERCEIRO TESTE – ASSENTO B



Fonte: Autor (2017).

Nas tabelas 6 e 7 é possível visualizar a evolução da temperatura ao longo do tempo na quarta coleta de dados, é importante ressaltar que foram analisadas as temperaturas proporcionadas pelo assento no corpo do sujeito e na sua vestimenta.

A tabela 7, mostra a diferença de temperatura, ao longo do tempo, nos dois assentos (A e B), na quarta coleta de dados, com controle da vestimenta.

TABELA 7 - EVOLUÇÃO DA TEMPERATURA NO QUARTO TESTE - VARIAÇÃO VESTIMENTA

(continua)

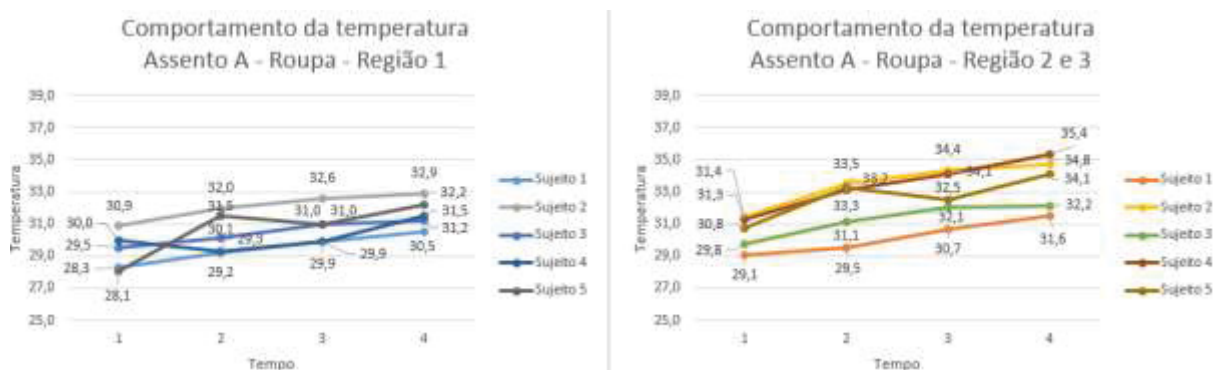
Sujeito	Tempo	Assento A – <i>Luffa Cylindrica</i>				Assento B – Espuma de Poliuretano			
		Região 1		Região 2/3		Região 1		Região 2/3	
			Δt		Δt		Δt		Δt
1	t(0')	28,3	-	29,1	-	28,7	-	29,0	-
	t1(10')	29,2	0,9	29,5	0,4	29,8	1,1	30,3	1,3

(conclusão)									
	t2(20')	29,9	0,7	30,7	1,2	30,5	0,7	31,2	0,9
	t3(30')	30,5	0,6	31,6	0,8	29,9	-0,6	31,0	-0,2
2	t(0')	30,9	-	31,4	-	30,9	-	31,4	-
	t1(10')	32,0	1,1	33,5	2,1	33,4	2,5	35,0	3,6
	t2(20')	32,6	0,6	34,4	0,8	32,6	-0,8	35,2	0,2
	t3(30')	32,9	0,3	34,8	0,4	32,2	-0,4	34,5	-0,7
3	t(0')	29,5	-	29,8	-	29,6	-	29,6	-
	t1(10')	30,1	0,6	31,1	1,4	30,2	0,6	30,6	1,0
	t2(20')	31,0	0,9	32,1	0,9	30,3	0,1	31,5	0,9
	t3(30')	31,2	0,2	32,2	0,1	31,6	1,3	32,8	1,3
4	t(0')	30,0	-	31,3	-	30,0	-	30,8	-
	t1(10')	29,3	-0,7	33,2	1,9	32,0	2,0	34,7	3,9
	t2(20')	29,9	0,6	34,1	0,9	33,7	1,7	36,9	2,2
	t3(30')	31,5	1,6	35,4	1,3	32,3	-1,4	35,6	-1,4
5	t(0')	28,1	-	30,8	-	28,4	-	30,1	-
	t1(10')	31,5	3,4	33,3	2,6	31,1	2,7	32,7	2,7
	t2(20')	31,0	-0,5	32,5	-0,8	31,3	0,2	33,2	0,4
	t3(30')	32,2	1,2	34,1	1,6	31,2	-0,1	33,8	0,6

Fonte: Autor (2017).

No gráfico 5 é possível visualizar a evolução da temperatura ao longo do tempo no assento A, na quarta coleta de dados com controle da vestimenta.

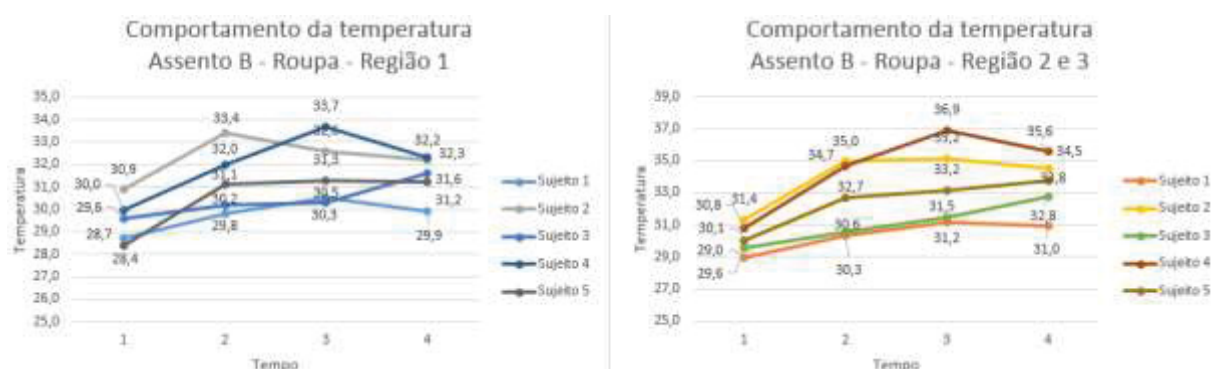
GRÁFICO 5 - EVOLUÇÃO DA TEMPERATURA AO LONGO DO TEMPO NO QUARTO TESTE – ASSENTO A - VARIAÇÃO ROUPA



Fonte: Autor (2017).

E no gráfico 6 é possível visualizar a evolução da temperatura ao longo do tempo no assento B, no quarto teste, na variação roupa.

GRÁFICO 6 - EVOLUÇÃO DA TEMPERATURA AO LONGO DO TEMPO NO QUARTO TESTE – ASSENTO B - VARIAÇÃO ROUPA



Fonte: Autor (2017).

A tabela 8, mostra a diferença de temperatura, ao longo do tempo, nos dois assentos (A e B), no quarto teste, com a variação pele.

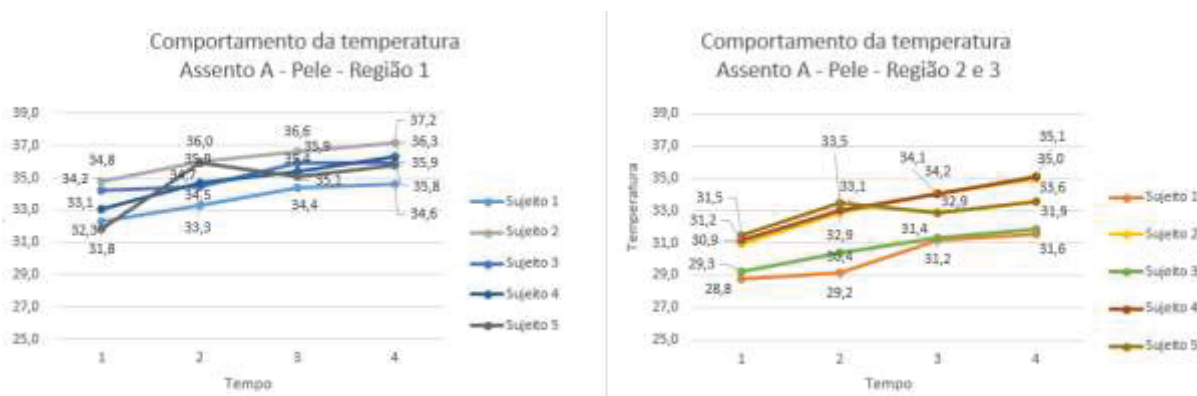
TABELA 8 - EVOLUÇÃO DA TEMPERATURA NA QUARTA COLETA DE DADOS - VARIAÇÃO PELE

Sujeito	Tempo	Assento A – <i>Luffa Cylindrica</i>				Assento B – Espuma de Poliuretano			
		Região 1		Região 2/3		Região 1		Região 2/3	
			Δt		Δt		Δt		Δt
1	t(0')	32,3	-	28,8	-	32,3	-	28,8	-
	t1(10')	33,3	1,0	29,2	0,4	34,5	2,2	30,0	1,2
	t2(20')	34,4	1,1	31,2	2,1	35,2	0,7	31,2	1,2
	t3(30')	34,6	0,2	31,6	0,3	35,3	0,1	30,6	-0,5
2	t(0')	34,8	-	30,9	-	33,5	-	31,4	-
	t1(10')	36,0	1,2	32,9	2,0	37,6	4,1	35,0	3,6
	t2(20')	36,6	0,6	34,2	1,2	37,1	-0,5	34,6	-0,4
	t3(30')	37,2	0,6	35,0	0,9	36,7	-0,4	34,6	-0,1
3	t(0')	34,2	-	29,3	-	34,1	-	29,5	-
	t1(10')	34,5	0,3	30,4	1,2	35,1	1,0	30,1	0,6
	t2(20')	35,9	1,4	31,4	1,0	35,7	0,6	31,7	1,6
	t3(30')	35,9	0,0	31,9	0,5	36,1	0,4	32,1	0,3
4	t(0')	33,1	-	31,2	-	31,6	-	31,8	-
	t1(10')	34,7	1,6	33,1	1,9	35,7	4,1	34,4	2,6
	t2(20')	35,4	0,7	34,1	1,0	34,6	-1,1	33,2	-1,2
	t3(30')	36,3	0,9	35,1	1,1	35,7	1,1	35,5	2,3
5	t(0')	31,8	-	31,5	-	30,4	-	30,5	-
	t1(10')	35,9	4,1	33,5	2,0	34,6	4,2	33,0	2,5
	t2(20')	35,1	-0,8	32,9	-0,6	35,7	1,1	33,9	1,0
	t3(30')	35,8	0,7	33,6	0,6	35,7	0,0	33,5	-0,4

Fonte: Autor (2017).

Já no gráfico 7 é possível visualizar a evolução da temperatura ao longo do tempo no assento A, no quarto teste, na variação pele.

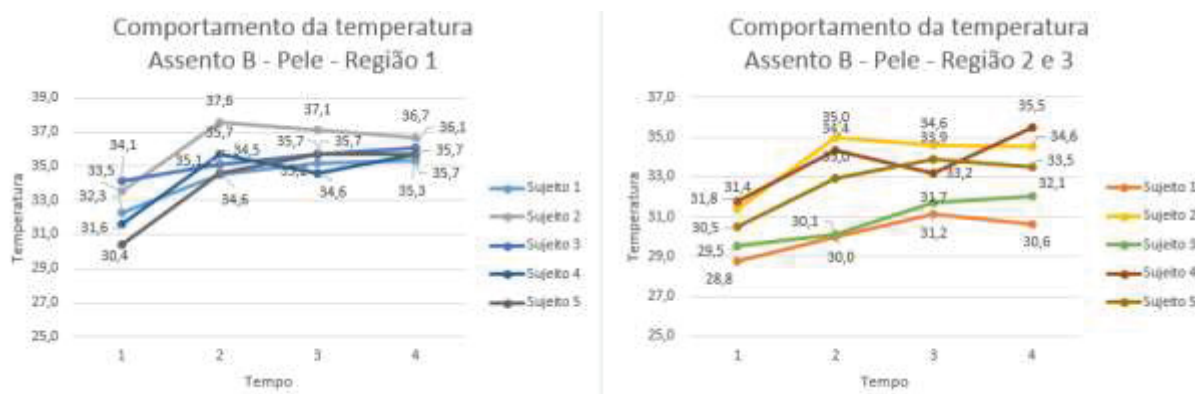
GRÁFICO 7 - EVOLUÇÃO DA TEMPERATURA AO LONGO DO TEMPO NO QUARTO TESTE – ASSENTO A - VARIAÇÃO PELE



Fonte: Autor (2017).

E por fim no gráfico 8 é possível visualizar a evolução da temperatura ao longo do tempo no assento B, no quarto teste, na variação pele.

GRÁFICO 8 - EVOLUÇÃO DA TEMPERATURA AO LONGO DO TEMPO NO QUARTO TESTE – ASSENTO B - VARIAÇÃO PELE



Fonte: Autor (2017).

No assento A, o comportamento dos dois gráficos (roupa/pele) é parecido, a temperatura aumenta até o fim, a variação maior de temperatura ocorre até o t_3 , porém após este tempo a temperatura continua a subir.

Já no assento B, o comportamento dos gráficos é diferente nas variações – roupa/pele – no gráfico da vestimenta a temperatura aumenta até t_3 , e depois deste tempo tende a cair ou estabilizar, somente no sujeito 3 que a temperatura aumenta, após a t_3 nos três pontos analisados, e no sujeito 5, a temperatura aumenta, nas regiões 2 e 3. No gráfico que representa a temperatura da pele do sujeito, a maior variação de temperatura ocorre até o t_2 , porém continua a subir até a t_3 , e após este tempo em alguns sujeitos a temperatura cai e em outros sujeitos a temperatura aumenta.

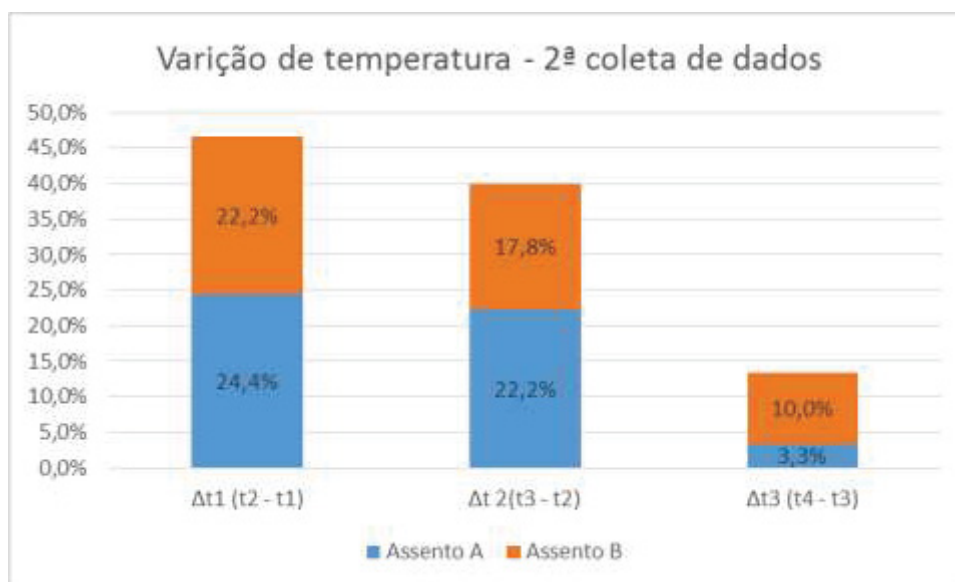
4.3 VARIAÇÃO DA TEMPERATURA DA SEGUNDA, TERCEIRA E QUARTA COLETA DE DADOS

Afim de confirmar as informações de Liu et al. (2011) que nos primeiros 20 minutos da coleta de dados é aonde ocorre maior variação da temperatura, e que neste intervalo de tempo é aonde ocorrem as alterações significativas de variação de temperatura, foram analisadas as diferenças de temperatura (Δt) entre os tempos, nas regiões definidas anteriormente. Os valores das temperaturas podem ser vistos nos apêndices 5, 6 e 7.

Os resultados obtidos nesta análise podem ser vistos nos gráficos 9, 10 e 11.

No gráfico 9, é possível verificar a porcentagem de variação de temperatura na segunda coleta de dados nos assentos A e B, e observar que, a grande parte das alterações ocorrem no tempo entre 0 e 20 minutos (86,66% dos casos).

GRÁFICO 9 - VARIAÇÃO DE TEMPERATURA NA SEGUNDA COLETA DE DADOS

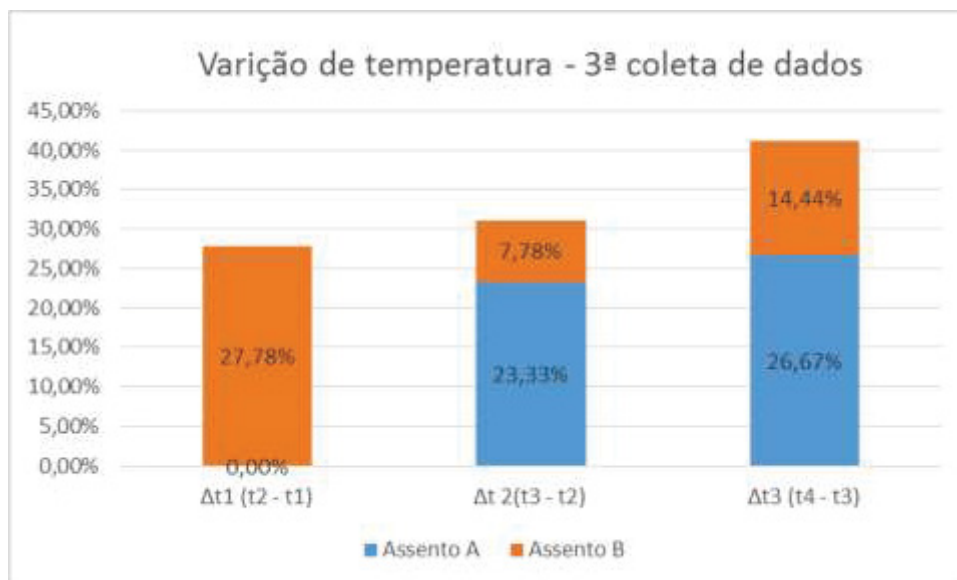


Fonte: Autora (2017).

No gráfico 10, estão identificados os valores observados na terceira coleta de dados, neste o comportamento das temperaturas ocorreu de maneira diferente, não houve nenhuma alteração de temperatura significativa no primeiro momento Δt_1 , e

maior parte de mudança de temperatura ocorreu no Δt_2 e no Δt_3 (72,22% dos casos).

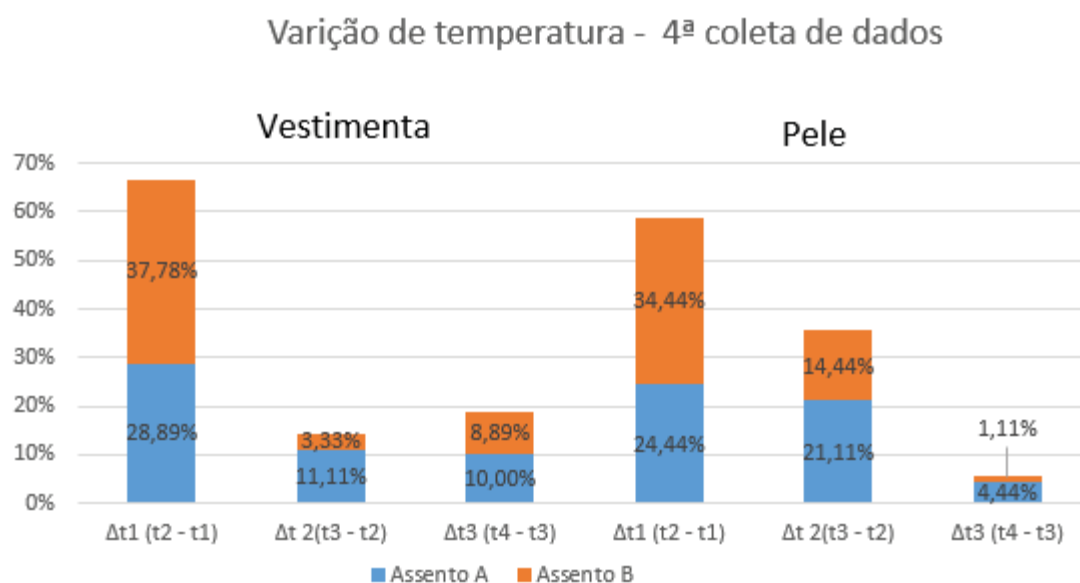
GRÁFICO 10 - VARIAÇÃO DE TEMPERATURA NA TERCEIRA COLETA DE DADOS



Fonte: Autora (2017).

Já no gráfico 11, é possível visualizar as mudanças de temperatura que ocorrem na quarta coleta de dados, nas duas variáveis, pele e vestimenta. Na variável vestimenta, a mudança de temperatura que ocorre em um primeiro momento (Δt_1) é bastante significativa, 66,7% dos casos e na variável pele, a variação ocorre entre os Δt_1 e no Δt_2 (94,43% dos casos).

GRÁFICO 11 - VARIAÇÃO DE TEMPERATURA NA QUARTA COLETA DE DADOS – VESTIMENTA/PELE



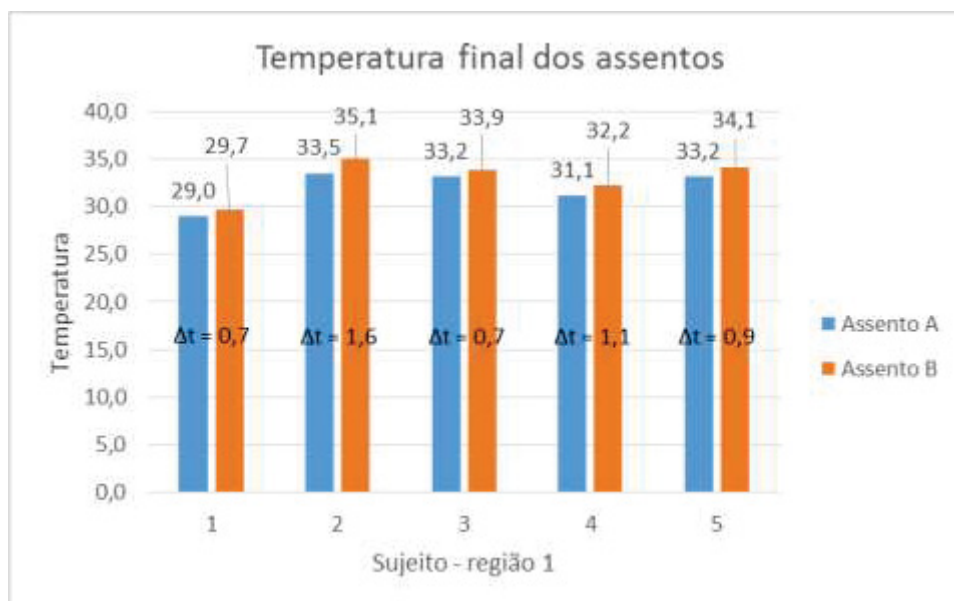
Fonte: Autora (2017).

4.4 TEMPERATURA FINAL DOS ASSENTOS

Partindo do princípio que o assento confeccionado com fibras de *Luffa Cylindrica* proporciona melhor conforto térmico ao sujeito, quando comparado ao assento de espuma de poliuretano, as temperaturas finais dos assentos, bem como sua variação foram analisadas.

Pois no gráfico 12 é possível visualizar a temperatura final nos assentos A e B, na região 1, no segundo teste, assim como no apêndice 2, e com os valores finais neste caso é possível verificar que, a temperatura final proporcionada pelo assento confeccionado com a manta de *Luffa Cylindrica* é menor em todos os sujeitos.

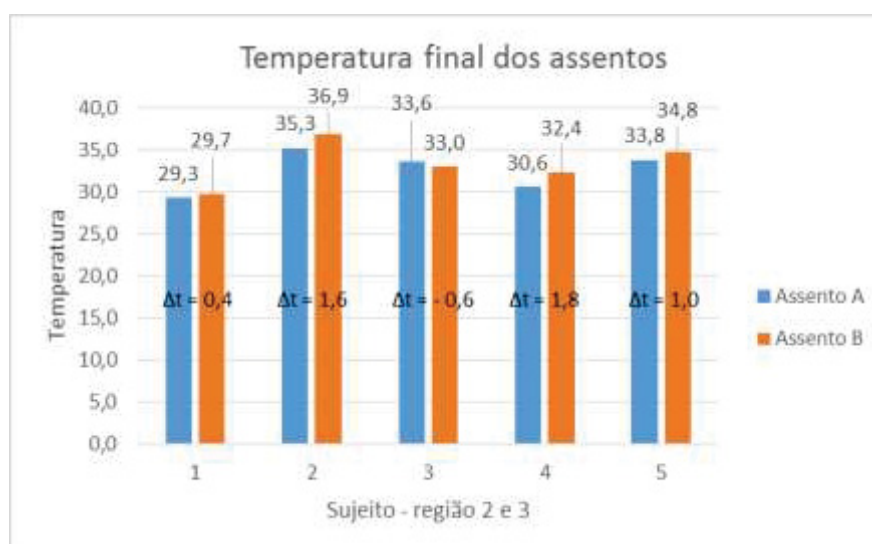
GRÁFICO 12 – TEMPERATURA FINAL DOS ASSENTOS – SEGUNDA COLETA DE DADOS – REGIÃO 1



Fonte: Autora (2017).

No gráfico 13 é possível visualizar a temperatura final nos assentos A e B, na região 2 e 3, no segundo teste, assim como no apêndice 2, e com estes valores finais é possível verificar que, a temperatura final proporcionada pelo assento confeccionado com a manta de *Luffa Cylindrica* é menor nos sujeitos 1, 2, 4 e 5.

GRÁFICO 13 - TEMPERATURA FINAL DOS ASSENTOS - SEGUNDA COLETA DE DADOS - REGIÃO 2 E 3

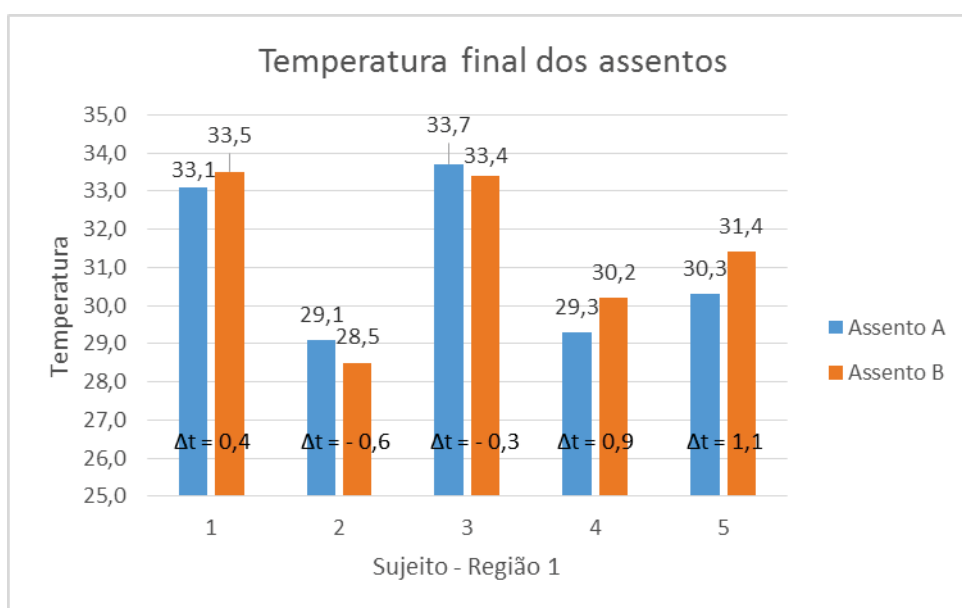


Fonte: Autora (2017).

Outra informação relevante em relação aos gráficos acima é que as regiões 2 e 3 apresentam as temperaturas mais altas no assento A e no assento B, embora estas não são necessariamente as temperaturas finais.

O gráfico 14, a seguir ilustra a variação de temperatura na terceira coleta de dados, na região 1, os valores também podem ser vistos no apêndice 3.

GRÁFICO 14 - TEMPERATURA FINAL DOS ASSENTOS - TERCEIRA COLETA DE DADOS - REGIÃO 1

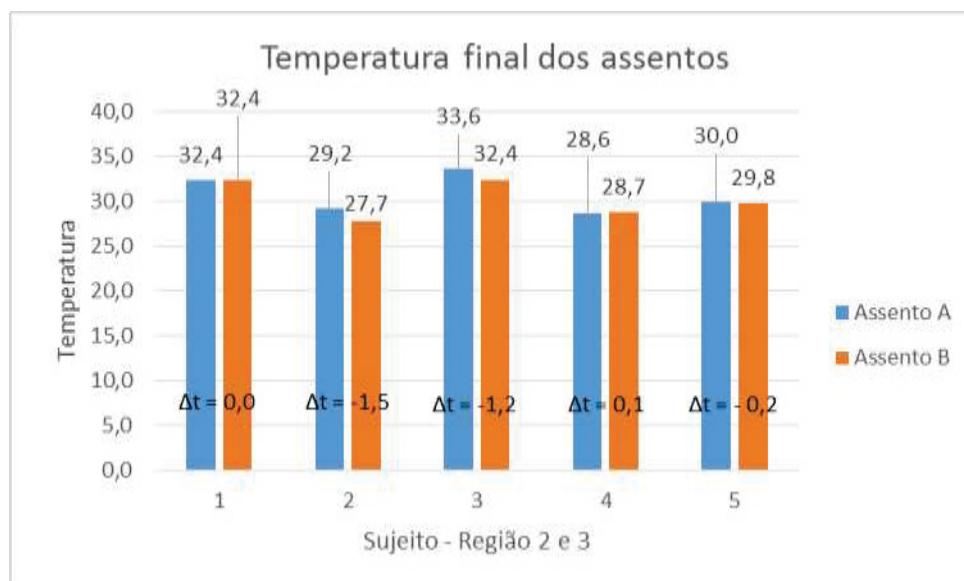


Fonte: Autora (2017).

Neste caso existe uma variação de temperatura proporcionada pelos assentos, embora essa variação seja relativamente pequena, neste gráfico houve uma alternância entre os valores finais proporcionados pelos assentos, hora a temperatura final do assento confeccionado com *Luffa Cylindrica* é menor, hora este comportamento ocorre no assento confeccionado com espuma de poliuretano (em três sujeitos a temperatura é menor no assento de *Luffa Cylindrica* e em dois sujeitos a temperatura é menor no assento confeccionado com a espuma de poliuretano).

E o gráfico 15, mostra a variação de temperatura na terceira coleta de dados, na região 2 e 3, os valores também podem ser vistos no apêndice 3.

GRÁFICO 15 - TEMPERATURA FINAL DOS ASSENTOS - TERCEIRA COLETA DE DADOS - REGIÃO 2 E 3



Fonte: Autora (2017).

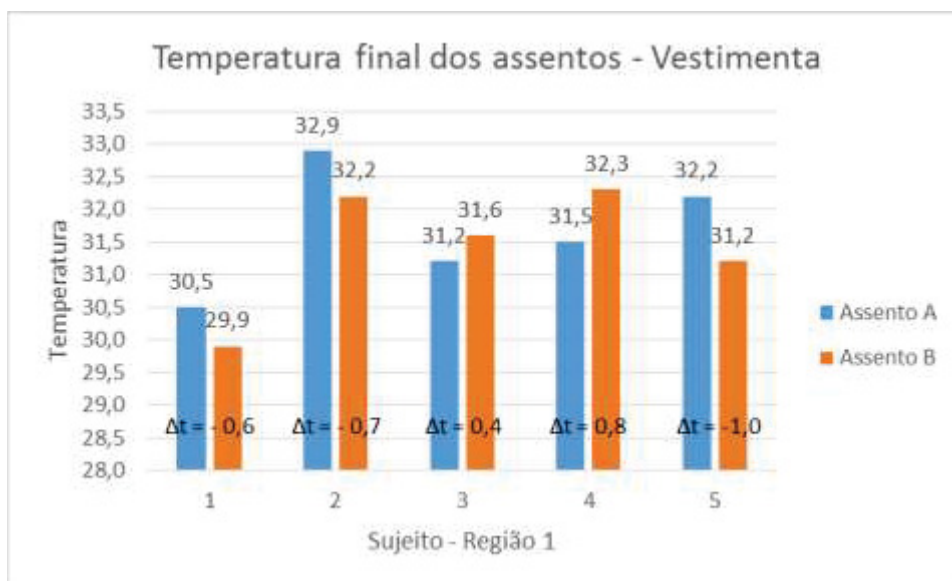
Neste gráfico também é possível visualizar que a temperatura final proporcionada pelos assentos é maior nos assentos confeccionados com *Luffa*, e em um caso a temperatura final é a mesma nos dois assentos.

Outra informação relevante em relação aos gráficos acima é que a região 1 apresenta as temperaturas mais altas no assento A e no assento B, embora estas não são necessariamente as temperaturas finais obtidas no final da coleta de dados termográficos.

O gráfico 16 mostra as temperaturas finais dos assentos na quarta coleta de dados termográficos, na região 1, com a variável vestimenta, os valores obtidos podem ser vistos no apêndice 4.

Neste gráfico é possível identificar que existe uma variação de temperatura entre os dois assentos, e que a temperatura menor é proporcionada pelo assento de *Luffa Cylindrica* apenas nos sujeitos 3 e 4. Nos sujeitos 1, 2 e 5 o assento que proporciona menores valores de temperatura é o assento confeccionado com espuma de poliuretano.

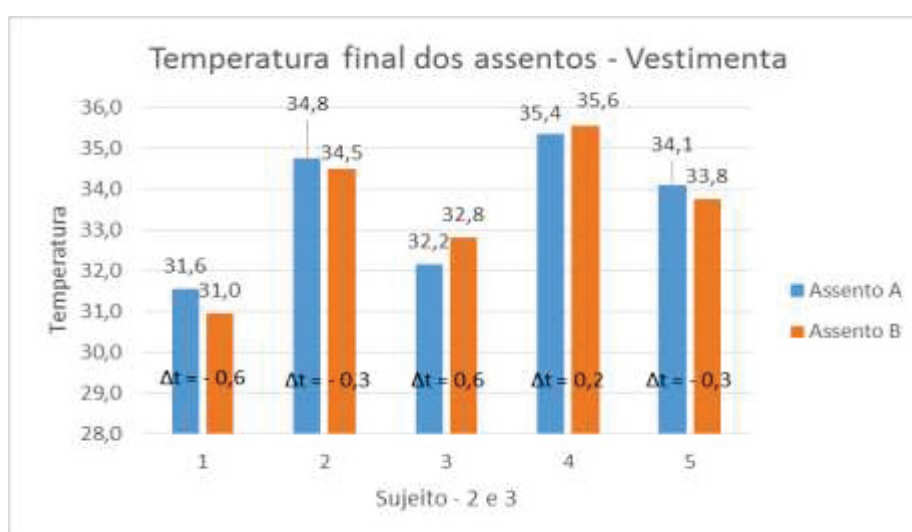
GRÁFICO 16 - TEMPERATURA FINAL DOS ASSENTOS - QUARTA COLETA DE DADOS – REGIÃO 1



Fonte: Autora (2017).

Já o gráfico 17, mostra as temperaturas finais dos assentos no quarto teste, na região 2 e 3, com a variável vestimenta, os resultados também podem ser vistos no apêndice 4. E neste caso também, ora a temperatura menor é proporcionada pelo assento de *Luffa*, ora pelo assento de espuma. A menor temperatura é proporcionada pelo assento de *Luffa Cylindrica* no sujeito 3 e 4 e nos sujeitos 1, 2 e 5 a temperatura menor é proporcionada pelo assento de poliuretano.

GRÁFICO 17 - TEMPERATURA FINAL DOS ASSENTOS – QUARTA COLETA DE DADOS – VESTIMENTA – REGIÃO 2 E 3



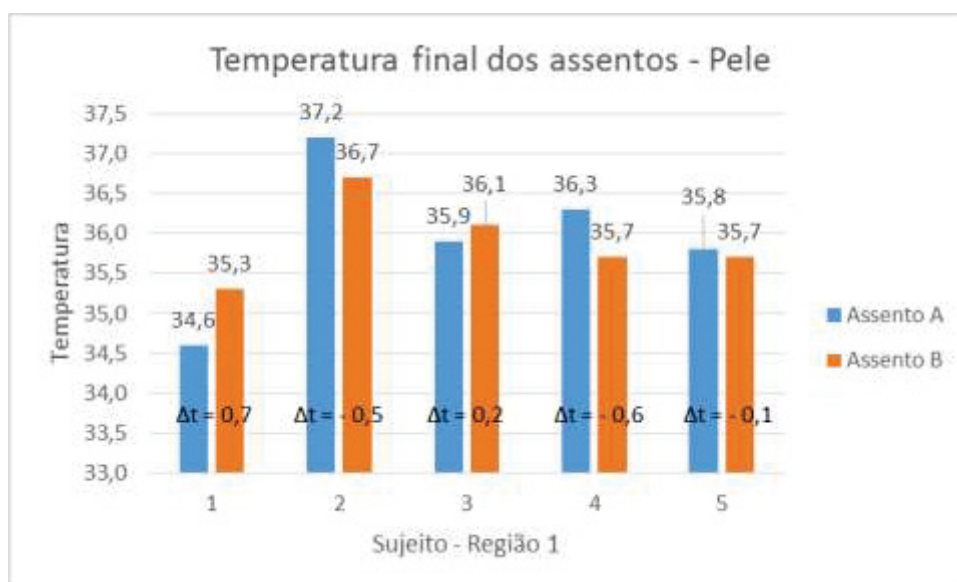
Fonte: Autora (2017).

Nesta variável, vestimenta, as regiões 2 e 3 proporcionam os maiores valores de temperatura ao sujeito, embora estas não são necessariamente as temperaturas finais da coleta dos dados termográficos.

E nos gráficos 18 e 19, é possível visualizar o comportamento das temperaturas proporcionadas pelos assentos, da variável pele.

No gráfico 18 é possível identificar que existe uma diferença de temperatura entre os dois assentos, porém neste caso o assento que proporciona menores valores de temperatura, na maioria dos sujeitos (2, 4 e 5) é o de poliuretano.

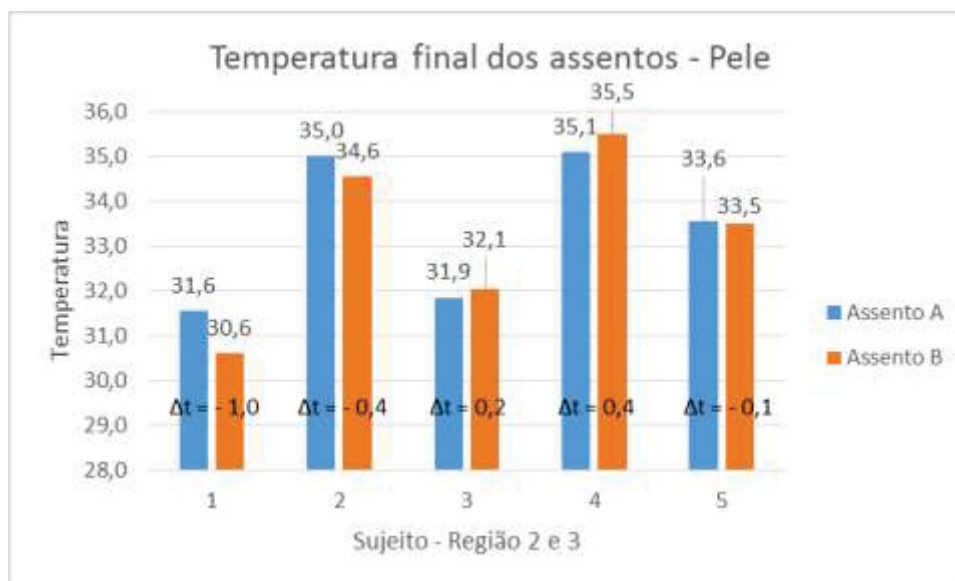
GRÁFICO 18 - TEMPERATURA FINAL DOS ASSENTOS - QUARTA COLETA DE DADOS - PELE - REGIÃO 1



Fonte: Autora (2017).

E no gráfico 19, é possível visualizar que neste caso as temperaturas proporcionadas pelos assentos no sujeito 5, é praticamente a mesma, desta forma neste estudo especificamente, os assentos tiveram resultados iguais ou muito próximos.

GRÁFICO 19 - TEMPERATURA FINAL DOS ASSENTOS - QUARTA COLETA DE DADOS - PELE - REGIÃO 2 E 3



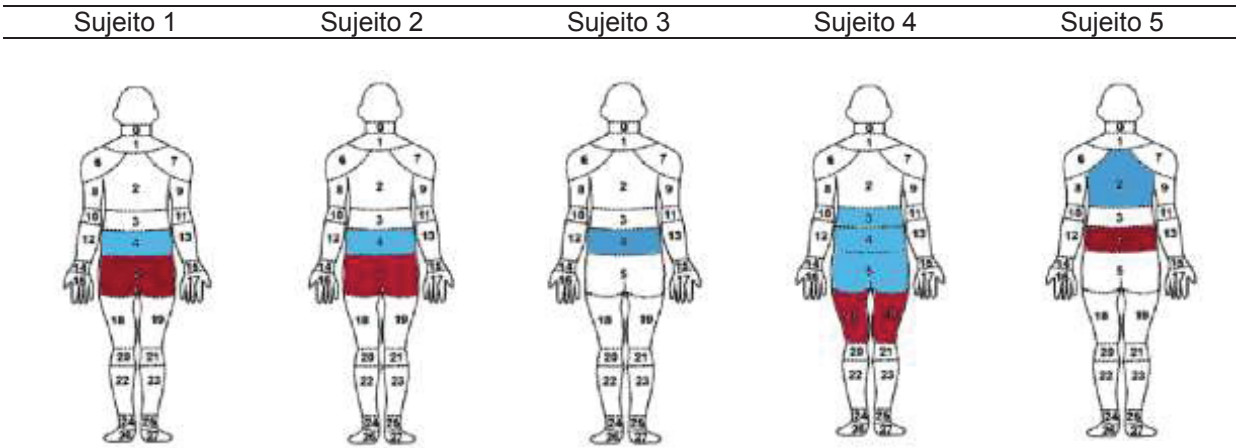
Fonte: Autora (2017).

Nesta variável - pele - a região 1, proporciona os maiores valores de temperatura ao sujeito, embora estas não são necessariamente as temperaturas finais.

4.5 DADOS DA PERCEPÇÃO DOS SUJEITOS

Foi aplicado um questionário com base no diagrama de Corlett e Bishop, conforme o item 3.10. Primeiramente os sujeitos foram questionados se em alguma região do assento A/B sentiam pressão e/ou aumento de temperatura. As respostas dos sujeitos, podem ser vistas na tabela 9, sendo que as regiões em azul correspondem aos pontos de pressão e/ou aumento de temperatura percebidos pelo sujeito no assento A. E as regiões em vermelho correspondem aos pontos de pressão e/ou aumento de temperatura percebidos no assento B.

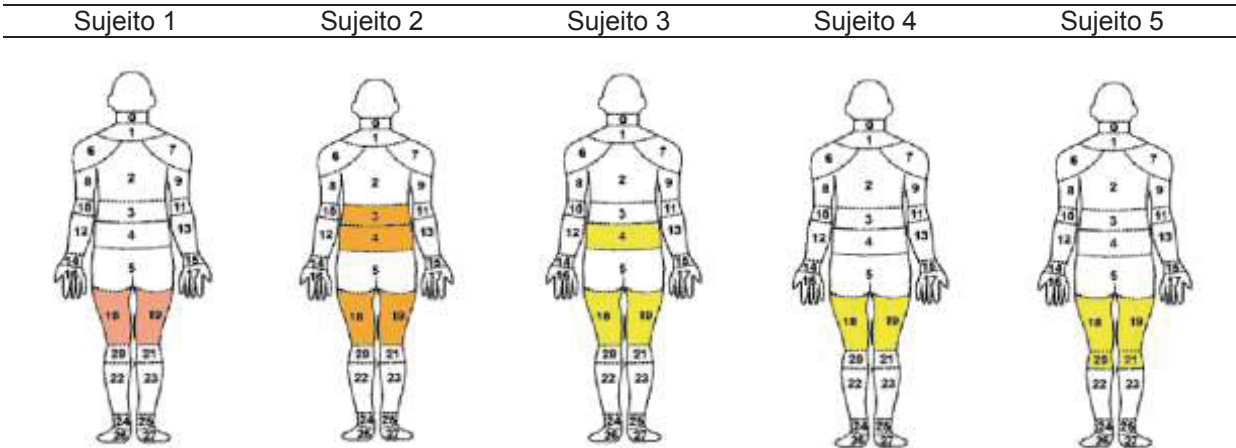
TABELA 9 - PRESSÃO E/OU TEMPERATURA PERCEBIDA PELO SUJEITO.



Fonte: Autora (2017).

Conforme o item 3.10 os sujeitos deveriam assinalar no mapa o grau de desconforto percebido nos assentos A e B, conforme figura 20. Os resultados podem ser vistos na tabela 10, na qual estão assinaladas as regiões de desconforto percebidas pelo sujeito no assento A.

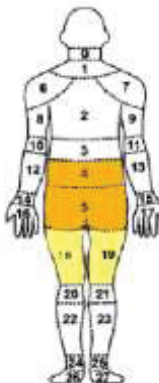
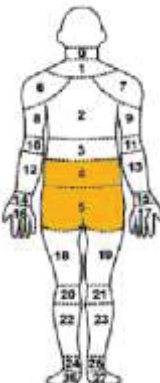
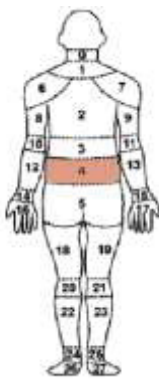
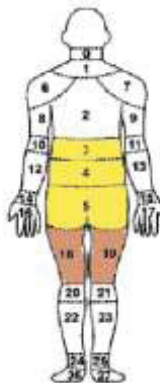
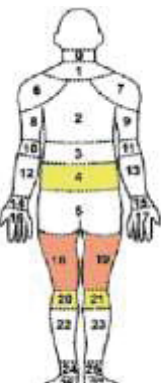
TABELA 10 - DESCONFORTO PERCEBIDO PELO SUJEITO - ASSENTO A.



Fonte: Autora (2017).

Na tabela 11, estão identificadas as regiões de desconforto percebidas pelo sujeito no assento B.

TABELA 11 - DESCONFORTO PERCEBIDO PELO SUJEITO - ASSENTO B.

Sujeito 1	Sujeito 2	Sujeito 3	Sujeito 4	Sujeito 5
				

Fonte: Autora (2017).

4.6 RESULTADOS – ENSAIOS EXTERNOS

Durante o processo de fabricação dos protótipos industriais que continham a manta de Luffa *Cylindrica*, houve falha de preenchimento, conforme figura 25, isso ocorreu em função da quantidade de produto químico inserido no processo produtivo, para evitar esse tipo de defeito, seria necessário realizar alterações no processo de fabricação dos assentos de forma a se ter controle da quantidade e velocidade de injeção do material, desenvolvendo um novo parâmetro para o processo produtivo deste produto especificamente.

FIGURA 25 – DESTAQUE DO COLAPSO QUE OS ASSENTOS SOFRERAM NO PROCESSO PRODUTIVO.



Fonte: Autora (2018).

Os resultados de compressão, não atende aos requisitos da norma da indústria, e podem ser vistos na tabela 12. Para ser aceitável os resultados obtidos nos ensaios deveriam estar entre os valores de 17 – 23 N mm.

TABELA 12 - RESULTADOS DO ENSAIO DE FLEXIBILIDADE

Amostra	H0 mm	E 100 N mm	E 200 N mm	E 300 N mm
				23,00
				17,00
01	52,43	2,28	5,81	<11,87
02	53,43	2,28	6,14	<11,20

Fonte: Autora (2018).

Já o resultado do teste de flamabilidade atendeu os requisitos da norma da indústria, embora a queima tenha ocorrido em todo o corpo de prova, como pode ser visto na figura 28.

FIGURA 26 - CORPO DE PROVA APÓS A EXECUÇÃO DO TESTE DE FLAMABILIDADE



Fonte: Autor(2018).

Os resultados do ensaio de flamabilidade pode ser visto na tabela 13.

TABELA 13 – RESULTADOS – ENSAIO DE FLAMABILIDADE

	Especificação conforme a norma	Resultados
Amostra 01	≤ 100 mm/min	27,0 mm/min

Fonte: Autora (2018).

O resultado obtido no teste de densidade também atendeu aos requisitos na da norma.

4.7 DISCUSSÕES

Na primeira coleta de dados termográficos, através dos termogramas é possível identificar que a temperatura máxima proporcionada na lombar do sujeito pelo encosto confeccionado com a manta de *Luffa Cylindrica* foi de 36,7°C, e que a

temperatura máxima proporcionada pelo encosto de fibras de silicone foi de 36,3°C, conforme tabela 3. Porém, o resfriamento da região lombar do sujeito, após o contato com o encosto de *Luffa Cylindrica* ocorreu de maneira mais rápida quando comparado ao tempo de resfriamento proporcionado pelo encosto de fibra de silicone, esse resultado sinaliza a possibilidade de se obter melhor conforto térmico.

Neste primeiro estudo também foi observado que a fibra de *Luffa Cylindrica* promove uma alteração da temperatura corporal de maneira homogênea, se comparada com a fibra de silicone, isso provavelmente acontece em função da morfologia da fibra que permite maior aeração da pele em todos os sentidos.

Na segunda coleta de dados, através dos termogramas foi possível identificar que inicialmente existe um aumento de temperatura nas regiões analisadas, este comportamento é inevitável e esperado, devido a transferência de calor existente entre dois corpos que inicialmente apresentavam temperaturas diferentes.

No assento A, de *Luffa Cylindrica*, em parte dos resultados após esse primeiro contato, a temperatura da região lombar dos sujeitos apresenta valores menores quando comparado aos valores proporcionados pelo assento de espuma de poliuretano. Este comportamento provavelmente está relacionado a estrutura da fibra, que permite maior aeração do assento, o que facilita a passagem de ar, proporcionando assim um melhor conforto térmico, conforme ressaltado anteriormente. No assento B, após a temperatura alcançar o valor máximo a temperatura lombar tende a se manter estável e ter uma elevação. Neste caso é provável que o assento atue como isolante térmico, fazendo com que a temperatura das regiões analisadas aumente, segundo Nicholson et al. (1999 apud BERETTA, 2015) o excesso de isolamento diminui as perdas de calor, que resulta no aumento da temperatura, causando desconforto ao sujeito.

Outra informação extraída dos resultados obtidos nesta coleta de dados é que os sujeitos 2 e 5, apresentam a temperatura em média um grau mais elevado que os outros, e coincidentemente estes sujeitos eram mulheres. Embora Parsons (2002) tenha identificado que a diferença de gênero, tem pouca variação em relação a percepção do conforto térmico, é importante lembrar que nesta coleta de dados os

sujeitos não foram parametrizados. Mas mesmo que estes valores sejam significativos, é preciso considerar a fisiologia do corpo humano, havendo variações intra e interindividuais.

Na segunda coleta de dados termográficos, a temperatura final dos assentos é maior no assento de poliuretano, conforme os gráficos vistos na seção 4.4.

Na terceira coleta de dados termográficos na qual a vestimenta dos sujeitos foi parametrizada, as temperaturas finais dos assentos, ora são mais altas no assento A, ora são mais altas no assento B. Porém durante a medição os valores mais baixos são os proporcionados pelo assento A. Subentendesse que o assento A mesmo que proporcione a temperatura final um pouco mais elevada, permite a aeração da pele, prolongando a sensação de conforto térmico.

Na quarta coleta de dados termográficos, quando analisados os sujeitos com a vestimenta, a temperatura no assento A tende a subir até o fim do procedimento, e no assento B a temperatura atinge o pico em t_3 , 20 minutos após o início da coleta de dados e depois tende a estabilizar ou reduzir. E quando analisados os valores da pele do sujeito, no assento A e no assento B, a temperatura na região lombar tende a elevar-se até o fim da coleta.

Os valores das temperaturas finais proporcionadas pelos assentos na terceira e na quarta coletas de dados termográficos, é bastante distribuído, em alguns sujeitos a temperatura final é mais alta no assento A e em outros sujeitos a temperatura final é maior no assento B. Estes valores podem ser identificados nos apêndices 4 e 5.

Quando comparados os resultados dos valores proporcionados pela vestimenta versus os valores medidos na pele do sujeito, existe uma diferença entre estes, isso ocorre porque, a pele possui um valor de emissividade diferente da emissividade da roupa. E também porque a roupa garante o conforto térmico ao sujeito, em função da capacidade dos tecidos de manter a temperatura da pele (SIMION; SOCACIU; UNGURESAN, 2016) e também de permitir a trocas de calor com o corpo humano.

Com os resultados obtidos através da coleta de dados termográficos também é possível corroborar com Liu et al. (2011) que grande parte das alterações de temperatura ocorrem em um tempo de até 20 minutos, neste estudo também foram observadas que as alterações de temperatura significativas ocorrem neste mesmo intervalo de tempo.

Os dados obtidos através do questionário mostram que o desconforto percebido pelos sujeitos é maior no assento A, composto pela *Luffa Cylindrica*, conforme a tabela 8 (variação pele). O desconforto proporcionado por este assento é percebido por todos os sujeitos e, em mais de uma região.

Neste assento embora o desconforto foi percebido principalmente na região da lombar (região 4) pela maioria dos sujeitos (1,2,3 e 4) um sujeito (4), relatou a sensação de desconforto proporcionada pelo assento na bacia (região 5). E ainda, um sujeito (5) relatou sentir desconforto na região mais elevada das costas (região 2).

O que difere dos valores encontrados na tabela 6 (variação roupa), nesta as temperaturas maiores são identificadas na região 2 e 3, porém o resultado obtido através do questionário converge com os valores obtidos na tabela 7 (variação pele).

O desconforto percebido pelos sujeitos no assento A, pode estar relacionado com a não homogeneidade existente na manta de *Luffa*, uma vez que essa foi utilizada em sua forma natural.

Já no assento B o desconforto percebido pelos sujeitos (1 e 2) foi na região 5, um sujeito relatou não sentir nenhum tipo de desconforto com relação a este assento e o sujeito (5) percebeu que o desconforto estava associado a região 4, região posterior da coxa.

Para o sujeito (4) o desconforto se concentrou na região das pernas, durante a coletas de dados termográficos este sujeito verbalizou sentir certo tipo de desconforto com relação ao calor, principalmente nesta região

Com relação aos valores das temperaturas obtidas através dos termogramas é preciso considerar que mesmo utilizando um protocolo padronizado é necessária precaução na interpretação dos resultados, isso porque diversos fatores podem

influenciar na coleta de dados, como: temperatura, tamanho da sala, umidade, capacidade do equipamento e ainda os fatores individuais de cada sujeito.

Ainda com relação a termografia, embora a localização das regiões nas quais foram feitas as medições, também tenham sido padronizadas é importante ressaltar que poucos milímetros de diferença entre uma imagem e outra, podem levar a um aumento de temperatura detectável.

Com relação aos testes realizados em laboratório nos protótipos, o teste de dureza, apresentou resultados fora do padrão especificado na norma da empresa, como visto na tabela 12, porém para ladear esta situação seria necessário modificar a densidade da espuma utilizada, uma vez que a manta de *Luffa Cylindrica* foi injetada em conjunto com a espuma de poliuretano utilizada na produção atual dos assentos, desta forma seria necessário um estudo aprofundado para realizar esta modificação, afim de compensar o resultado obtido.

Já o resultado do teste de flamabilidade atendeu os requisitos da norma da indústria, embora a queima tenha ocorrido em todo o corpo de prova, como pode ser visto na figura 28, este comportamento pode ser explicado em função do tratamento anti-chamas utilizado na espuma de poliuretano que manteve a flamabilidade do compósito dentro dos níveis aceitáveis pela norma.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Segundo Speck et al. (2016b) desenvolver métodos para coleta de dados que possam ser repetidos por outros pesquisadores é uma preocupação da comunidade científica, uma vez que assegurar a veracidade das informações obtidas depende de inúmeros fatores.

Para realizar a coleta de dados termográficos é necessário padronizar o procedimento para que os dados gerados sejam precisos e confiáveis (ROSSIGNOLI; BENITO; HERRERO, 2014, ALAHMER; ABDELHAMID; OMAR, 2012).

Desta forma acredita-se que os procedimentos adotados para a realização do estudo exploratório nessa dissertação, são passíveis de reprodução, uma vez que parametrizado foi possível repeti-lo, gerando informações relevantes ao estudo e possibilitando uma análise dos resultados.

Quanto a metodologia utilizada, acredita-se que esta atendeu aos objetivos de cada coleta de dado termográfico em específico, uma vez que todos os resultados obtidos foram passíveis de análise.

Já em relação a metodologia utilizada na quarta coleta de dados termográficos acredita-se supriu os objetivos pré-estabelecidos em relação à associação das ferramentas utilizadas, qualitativa (Mapa de desconforto de Corlett e Bishop) e quantitativa (Termografia). Isto possibilitou identificar as informações obtidas através do questionário e correlacionando-as com as informações obtidas nos termogramas (Speck et al., 2016a). Entretanto os valores obtidos nos termogramas não confirmam as respostas dos sujeitos, pois segundo Vergara e Page (2002 apud ZEMP, 2015) são capazes de identificar a pressão aplicada nos assentos como desconforto percebido. Mas é possível concordar com Simion, Socaciu e Unguresan (2016) de que as condições ambientais necessárias para o conforto não são as mesmas para todos, em função dos fatores individuais, sendo que assim, a sensação térmica percebida pode ser diferente, na mesma condição.

As respostas obtidas no questionário mostram ainda que o assento confeccionado com a fibra de *Luffa Cylindrica* proporciona maior desconforto, e

estes resultados estão provavelmente associados a não homogeneidade existente na manta de *Luffa Cylindrica*, uma vez que essa foi utilizada em sua forma natural.

Com os dados obtidos nas coletas de dados termográficos, utilizando o protocolo parametrizado foi possível concluir que, a termografia é um método eficiente para realizar este tipo de análise, visto que foi possível mensurar a diferença de temperatura proporcionada pelos materiais estudados. E que o método adotado para a tomada das imagens é eficiente, uma vez que foi possível identificar e quantificar as diferenças térmicas proporcionadas pelos materiais entre os tempos analisados.

Embora os resultados encontrados mostrem valores e comportamentos divergentes é preciso analisar o comportamento de cada sujeito individualmente, uma vez que a fisiologia do corpo humano e fatores individuais como gênero, idade, antropometria e emissividade da pele produzem resultados diferentes quando analisados conjuntamente.

Segundo Alahmer, Abdelhamid e Omar (2012) três fatores interferem na coleta de dados quando a termografia é utilizada como técnica de mapeamento térmico de um corpo: fatores ambientais (temperatura ambiente, umidade, pressão atmosférica e radiação), fatores individuais (intrínsecos: gênero, idade, antropometria e emissividade da pele, e extrínsecos: ingestão, terapias e atividades realizadas pelo usuário) e também fatores técnicos (capacidade do equipamento).

Como estes fatores estão relacionados com a coleta de dados, é necessário comparar os resultados do mesmo sujeito antes e ao final do ensaio, controlando as variáveis individuais (FERNANDEZ et al., 2015).

Outro fator que deve ser considerado na análise é a dificuldade de medir os resultados na mesma posição dos pontos analisados (SIMION; SOCACIU; UNGURESAN, 2016), mesmo que a localização da região estudada tenha sido pré-definida e parametrizada, ainda assim existe a diferença de posicionamento do sujeito durante a coletas de dados, em função da anatomia do sujeito (fator individual).

Em praticamente todas as coletas de dados termográficos foi possível identificar que, as temperaturas atingem seu valor máximo no intervalo de tempo de 20 minutos, e a maior variação de temperatura também ocorre neste espaço de tempo.

Com estes resultados é possível concordar com Liu et al. (2011) que grande parte das variações de temperatura ocorrem em um intervalo de tempo de até 20 minutos após o início da coleta de dados. E que, após este tempo a temperatura tende a se estabilizar, no entanto mesmo que os resultados significativos ocorram neste intervalo de tempo é preciso analisar os outros dados obtidos até o fim da coleta de dados, porque os números finais também podem trazer informações relevantes ao estudo.

É possível verificar que em todas as coletas de dados termográficos realizadas houve variações de temperatura entre os materiais estudados, embora uma população pequena tenha sido analisada.

Como cada coleta de dados termográficos é bastante característica e envolve diversos fatores, para facilitar o entendimento dos resultados obtidos, foram feitas análises específicas de cada caso

Na primeira coleta de dados termográficos, embora os resultados finais mostrem que as temperaturas proporcionadas pelos materiais analisados é praticamente igual, foi detectada uma variação de 0,5°C, o aquecimento e o resfriamento dos materiais ocorreram de forma diferente.

O aquecimento proporcionado pelo encosto confeccionado com a manta de *Luffa Cylindrica* ocorreu de forma homogênea, e o resfriamento da pele do sujeito ocorreu de forma mais rápida, novamente, é possível concluir que esse comportamento ocorreu em função da morfologia da fibra, que facilita a aeração da pele, proporcionado uma menor área de contato com o assento, menor isolamento térmico e consequentemente menores valores de temperatura na interface assento/usuário (BERETTA, 2015).

Na segunda coleta de dados termográficos, na qual apenas as variáveis ambientais foram controladas, e para que os resultados obtidos fossem efetivos, foi

considerado que estas variáveis se mantiveram iguais durante toda a execução do procedimento (Liu et al., 2011), uma vez que utilizou-se ferramentas para esta condição, neste estudo foi possível verificar que o assento confeccionado com a manta de *Luffa Cylindrica* é o que proporciona menores valores de temperatura aos sujeitos.

Na terceira coleta de dados termográficos, na qual a variável vestimenta foi controlada, através da parametrização desta, as temperaturas finais mais baixas proporcionadas pelos assentos se alternam entre o assento confeccionado com a *Luffa Cylindrica* e o assento confeccionado com a espuma de poliuretano, porém durante a realização da coleta de dados termográficos o assento de *Luffa Cylindrica* proporciona valores mais baixos, como no estudo de Liu et al. (2011) no qual a espuma de poliuretano apresenta uma taxa de variação de temperatura mais rápida, desta forma entende-se que, mesmo que a temperatura final deste assento proporcione valores mais altos a sensação de conforto térmico é prolongada.

Na quarta coleta de dados termográficos, na qual o objetivo era identificar a variação da temperatura corporal dos sujeitos proporcionado pelos assentos, afim de analisar a influência que a roupa exerce sob a pele do sujeito, e identificar se o comportamento da variação de temperatura ocorre de maneira semelhante nos dois casos, os valores das temperaturas finais proporcionadas pelos assentos, assim como na terceira coleta de dados termográficos, apresentou alternância nos resultados, em alguns sujeitos a temperatura final é mais baixa no assento confeccionado com a manta de *Luffa Cylindrica* e em outros sujeitos a temperatura menor é proporcionada pelo assento confeccionado com a espuma de poliuretano.

Quando são comparados os resultados dos valores proporcionados pela vestimenta do sujeito em relação aos valores medidos na pele do sujeito, existe uma grande diferença entre estes, isso ocorre em função da pele possuir um valor de emissividade diferente da emissividade da roupa, segundo Ruas (1999) na troca de calor por radiação a interferência ocorre principalmente em função da emissividade, da absorvência de radiação da roupa e do comprimento de onda da radiação.

Outra interferência causada em função da roupa é devido ao fato de que esta tem como finalidade assegurar o conforto térmico ao usuário, em função da

capacidade dos tecidos de manter a temperatura da pele (SIMION; SOCACIU; UNGURESAN, 2016), e também de permitir a troca de calor com o corpo humano.

A roupa é fundamental para a troca de calor entre o corpo humano e o ambiente, de modo que esta atua como uma barreira térmica, mantendo a camada de ar próximo ao corpo mais ou menos aquecida, agindo como uma resistência à passagem do vapor de água, diminuindo a perda de calor por evaporação da pele (FROTA; SCHIFFER, 2001, SIMION; SOCACIU; UNGURESAN, 2016).

Deste modo, considerando as análises acima é possível concluir, que a não uniformidade dos resultados obtidos ao fim dos ensaios é uma combinação de todas as trocas de calor: convecção, radiação, evaporação e condução, do usuário com o meio (ALAHMER; ABDELHAMID; OMAR, 2012) e que varia com o tempo e com o ambiente, além das diferenças fisiológicas dos sujeitos.

E ainda que para mensurar todos os parâmetros que podem influenciar no conforto térmico é necessário muitos equipamentos que estejam corretamente calibrados, assim como a correta execução da coleta de dados termográficos , porque qualquer interferência destes parâmetros pode causar imprecisão nos resultados.

Em referência aos ensaios realizados externamente, o valor do ensaio de flexibilidade encontrado está fora dos parâmetros exigidos pela norma da empresa, o excesso de dureza, aumenta a pressão, que comprime os vasos sanguíneos dificultando a circulação causando desconforto percebido pelo usuário (MEDEIROS, 2015). Para evitar estes resultados seria possível realizar um estudo sobre a quantidade de espuma a ser injetada em conjunto com a manta da fibra, desta forma a quantidade exata de produto químico seria utilizada e não haveria ruptura do material nos assentos injetados, e a dureza da espuma compensaria a dureza proporcionada pela manta.

Outra alternativa seria realizar um tipo de tratamento na fibra com o intuito de proporcionar maior maciez ao material, desta forma a dureza poderia ser compensada também.

Embora o resultado obtido no teste de flamabilidade tenha sido satisfatório, este atendeu parte dos requisitos da norma da empresa, o que significa que a *Luffa Cylindrica* pode ser utilizada no preenchimento de assento, porém para atingir valores totalmente aceitáveis pela indústria é necessário realizar um tratamento anti-chama na fibra que em conjunto com o tratamento anti-chama existente na espuma de poliuretano proporcionaria valores melhores.

É preciso considerar que quando a manta de *Luffa Cylindrica* é injetada em conjunto com a espuma de poliuretano, ela perde a sua configuração morfológica que permite a aeração da pele, e consequentemente diminuirá a sensação de percepção de conforto térmico percebido pelo usuário.

Considerando todos os aspectos analisados, foi possível concluir que a *Luffa Cylindrica* pode ser aplicada como preenchimento em assentos e concordar com diversos autores (ANNUNCIADO, 2005, MAZALI; ALVES, 2005; SHEN et al., 2012; CHEN et al., 2014) porém são necessárias diversas alterações nas propriedades mecânicas das fibras.

5.1 SUGESTÕES PARA FUTUROS TRABALHOS

Tendo identificado que o conforto térmico proporcionado por um assento preenchido com fibras de *Luffa Cylindrica* apresenta pouca variação de temperatura quando comparado com um assento de espuma de poliuretano, a solução seria a construção de protótipos mesclando a porcentagem das fibras e de espumas de poliuretano, formando um compósito, segundo Yachmenev, Negulescu e Yan (2006) as propriedades de isolamento térmico de compósitos feitos a base de celulose variam de acordo com a proporção de fibras sintéticas e fibras vegetais, e ainda segundo os autores a adição de fibras vegetais melhora as propriedades de isolamento térmico dos compósitos quando comparados aos materiais feitos apenas com fibras sintéticas e ainda reduzem o peso da material.

As respostas obtidas no questionário mostram que o assento confeccionado com a fibra de *Luffa Cylindrica* proporcionaram maior desconforto, e estes resultados estão provavelmente associados a não homogeneidade existente na manta de *Luffa*, desta forma para estudos futuros a manta deve apresentar a maior homogeneidade possível, e também se utilizada em um compósito é necessário um tratamento

químico para que a dureza da fibra adquira níveis aceitáveis de conforto, porque segundo Liu et al. (2011) a percepção sensorial da interface contribui para a reação dos usuários em relação as propriedades térmicas dos materiais de assento.

Realizar ensaios específicos nos compósitos para identificar se o comportamento do material permite a utilização deste compósito em larga escala.

Identificar e comparar a taxa de resfriamento dos materiais uma vez que somente o aquecimento foi estudado até o momento, observar também a taxa de emissividade dos materiais utilizados, verificando sua influência como variável na coleta de dados e nos resultados obtidos.

Outro ponto que deve ser levado em consideração é que, as fibras naturais quando utilizadas em produtos que tenha uma vida útil prolongada necessitam de um tratamento químico antifúngico, para que sua degradação não ocorra de maneira acelerada, segundo Shen et al. (2013) tratamentos químicos utilizados no processamento das fibras de *Luffa Cylindrica* podem influenciar as propriedades mecânicas das fibras, como acontece em outras fibras naturais celulósicas, sendo assim a influência que o tratamento antifúngico que precisa ser feito na fibra precisa ser investigada.

No processo de injeção da espuma com a manta de *Luffa Cylindrica*, a fibra perde os espaços vazios existente em sua estrutura, fator esse que ajuda na aeração da pele, desta forma o conforto térmico proporcionado por esta será prejudicado, sendo assim outra forma de utilizá-la em um assento seria injetá-la na parte de baixo do assento, porém essa face não teria contato com o usuário mas poderia ser realizado um estudo para verificar o quando a fibra influencia no conforto térmico do ambiente.

REFERÊNCIAS

- ABERGO – Associação Brasileira de Ergonomia. Disponível em <http://www.abergo.org.br/internas.php?pg=o_que_e_ergonomia>. Acesso em 07 de maio de 2016.
- NETO A. e PITA, P. **Fibras têxteis**. Rio de Janeiro: Senai/Cetiq, 1996.
- AKGÜL, M. et al. Some chemical properties of *Luffa* and its suitability for medium density fiberboard (MDF) production. **BioResources**, v. 8, n. 2, p. 1709-1717, 2013.
- ALMEIDA A.L.F.S., CALADO, V. e BARRETO, D.W. Acetilação da Fibra de Bucha (*Luffa Cylindrica*). **Polímeros: Ciência e Tecnologia**, vol. 15, nº 1, p. 59-62, 2005.
- ALMEIDA, M.G. **Incorporação de polietileno pós-consumo em espumas de polietileno de baixa densidade**. Dissertação (Mestrado em Materiais), Universidade de Caxias do Sul, Caxias do Sul, 2006.
- ALTOÉ, L.; OLIVEIRA FILHO, D. Termografia infravermelha aplicada à inspeção de edifícios. **Acta tecnológica**, v. 7, n. 1, p. 55-59, 2012.
- ALAHMER et al. Vehicular thermal comfort models; a comprehensive review. **Applied Thermal Engineering**, p. 995-1002, 2011.
- ALAHMER, A.; ABDELHAMID, M.; OMAR, M. Design for thermal sensation and comfort states in vehicles cabins. **Applied Thermal Engineering**, v. 36, p. 126-140, 2012.
- ANDRADE FILHO, A.C.C. **TERMOGRAFIA NO DIAGNÓSTICO NAS DORES MÚSCULO-ESQUELÉTICAS**, 2001.
- ANDRADE FILHO, A.C.C. e NUNES, L. A.O. Desenvolvimento de uma câmara de termografia nacional para detecção da emissão do infravermelho do corpo humano e suas alterações para auxílio do diagnóstico médico. **REV. DOR**, v.6, p. 543-551, 2005.
- ANNUNCIADO, T. R. **Estudo da *chorisia speciosa* e outras fibras vegetais como sorventes para o setor de petróleo**. Dissertação (Mestrado em Engenharia) - Área de concentração: Engenharia e Ciência dos materiais, Universidade Federal Do Paraná, Curitiba, 2005.
- American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers. ASHRAE. Disponível em <<https://www.ashrae.org/home>>. Acesso em 7 de maio de 2016.
- BALARAS C.A. e ARGIRIOU A.A. Infrared thermography for building diagnostics. **Energy and Buildings**, v.34, p. 171-183, 2002.
- BAJZIK, V. e HES, L. The effect of finishing treatment on wet fabrics. **Tekstil ve Konfeksiyon**, v. 22, p. 26-31, Janeiro/ Março, 2012.

BAUCHER, J. e LEBORGNE, P. Application of a multi-field approach of the musculoskeletal apparatus to comfort sits. **ITBM-RBM**, v. 27, n. 3, p. 133-140, 2006.

BERETTA, E.M. **Obtenção e aplicação de microcápsulas de eicosano em espumas de poliuretano visando conforto térmico em assentos para cadeira de rodas**. Tese de Doutorado (Programa de Pós-Graduação de Minas, Metalúrgica e de Materiais), Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2015.

BOLSONI, E. **Estudo do reaproveitamento e reutilização das espumas rígidas de poliuretano pós-consumo**. Tese de Doutorado (Programa de Pós-graduação em Engenharia - PIPE). Área de concentração: Engenharia e Ciência de Materiais, Setor de Tecnologia, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2008.

BOLAÑOS, R. E. Z. **Comportamento Mecânico de um Solo Argiloso Reforçado com Fibras de Coco**. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil), Departamento de Engenharia Civil, PUC-Rio, 2013.

BRATTGARD, S.O e SEVERINSSON, K. Investigation of pressure, temperature and humidity in the sitting area in a wheelchair. In: E. Asmunssen e K. Jorgensen (Eds.) **Biomechanics VI-B**. Internacional series on biomechanics, v.2B, p. 270-273, 1978.

BRIOSCHI, M.L.; PORTELA, P.C., COLMAN, D. Infrared thermal imaging in patients with chronic pain in upper limbs. **Journal of Korean Medical Thermology**, v.2, 2002.

BRIOSCHI, M. L.; YENG, L. T.; TEIXEIRA, M. J. Diagnóstico avançado em dor por Imagem infravermelha e outras aplicações. **Prática Hospitalar**, São Paulo, v. 50, p. 93-98, 2007.

BRIOSCHI, M.L. **Metodologia de normalização de análise do campo de temperaturas em imagem infravermelha humana**. Tese de doutorado. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica. Área de concentração Fenômenos de Transporte e Mecânica dos Sólidos, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2011.

BROEGA, A.C. e SILVA; M.E.C. O Conforto Total do Vestuário: Design para os Cinco Sentidos. In: Encontro Latino Americano de Diseño, 5, 2010, Buenos Aires. Anais do 5 Encontro Latinoamericano de Diseño. Buenos Aires: Universidad de Palermo, p. 59-64, 2010.

CAPELETTI, S. S. K.; Sustentabilidade no desenvolvimento de fios para tecidos antitérmicos: uso da fibra da paineira. **Moda Palavra e Periódico**, Ano 6, p. 178 – 193, Jul – Dez, 2013.

CARVALHO J.V. Dossiê Técnico - Cultivo de bucha vegetal. Centro de Apoio ao Desenvolvimento Tecnológico da Universidade de Brasília, Outubro, 2007.

CENGIZ, T. G. e BABALIK, F. C. An on-the-road experiment into the thermal comfort of car seats. **Applied Ergonomics**, v.38, p. 337-347, abril, 2007.

CENGIZ, T. G. e BABALIK, F. C. The effects of ramie blended car seat covers on thermal comfort during road trials. **International Journal of Industrial Ergonomics**, v. 39, n. 2, p. 287-294, Janeiro, 2009.

CIACCIA, F. R. D. A. S. **Entre a vivência do conforto e do desconforto em cabines de aeronaves: uma abordagem baseada na atividade**. Tese de doutorado. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo – Área de Concentração: Engenharia de Produção, São Paulo, 2013.

CHEN, Q. et al. A multiscale study on the structural and mechanical properties of the *Luffa* sponge from *Luffa Cylindrica* plant. **Journal of biomechanics**, v. 47, n. 6, p. 1332-1339, 2014.

CONSTANTIN, D.; NAGI, M.; MAZILESCU, C.A. Elements of Discomfort in Vehicles. **Procedia - Social and Behavioral Sciences**. v.143, p. 1120 – 1125, 2014.

CORLETT, E.N e BISHOP, R.P. A Technique for Assessing Postural Discomfort, **Ergonomics**, v. 19, n 2, p 175 - 182, 1976.

CROITORU, Cristiana et al. Thermal comfort models for indoor spaces and vehicles—Current capabilities and future perspectives. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 44, p. 304-318, 2015.

DEMIR, H. et al. The effect of fiber surface treatments on the tensile and water sorption properties of polypropylene–*Luffa* fiber composites. *Composites Part A*. **Applied Science and Manufacturing**, v. 37, n. 3, p. 447-456, 2006.

DIAS, N. A. et al. Isolamento da celulose de bucha vegetal (*Luffa Cylindrica*) via diferentes tratamentos químicos para geração de material de reforço. **Blucher Chemical Engineering Proceedings**, v. 1, n. 2, p. 14369-14376, 2015.

FANGER, P.O. **Thermal Comfort: Analysis and Applications in Environmental Engineering**. New York: McGraw-Hill Book Company, 244 p. 1972.

FERRARIN, M. e LUDWIG, N. **Analysis of thermal properties of wheelchair cushions with thermography**. *Medical & Biological Engineering & Computing*, v. 4 p.31-38, 2000.

FERREIRA, M. A. **O usuário e a percepção de conforto térmico em bancos automotivos ventilados**. Trabalho de conclusão de curso apresentado à Escola Politécnica da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Mestre Profissional em Engenharia Automotiva. Área de Concentração: Engenharia Automotiva, São Paulo, 2008

FIELL, C. e FIELL, P. **1000 Chairs**. Köln: Taschen, 768p., 2001.

FROTA, A.B.; SCHIFFER, S.R. **Manual do Conforto Térmico: arquitetura, urbanismo**. 5. ed. São Paulo: Studio Nobel, 243 p. 2001.

GONÇALVES, C. J. **Estudo experimental da troca de calor entre o passageiro e o banco de veículos utilizando manequim instrumentado**. Dissertação de Mestrado. Escola politécnica da Universidade de São Paulo, Área de concentração: Engenharia Mecânica, São Paulo, 2010.

GUIMARÃES, B. M. G. **Estudos das características físicos-químicas de fibras têxteis vegetais de espécies de Malvaceae**. Dissertação de mestrado, Programa de Pós Graduação Têxtil e Moda, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2014.

HENINI, G. et al. Study of static adsorption system phenol/*Luffa Cylindrica* fiber for industrial treatment of wastewater. **Energy Procedia**, v. 18, p. 395-403, 2012.

HOLLNAGEL, E. Human factors/ergonomics as a systems discipline? "The human use of human beings" revisited. **Applied Ergonomics**, n.45, p. 40-44, 2014.

HOLMAN, J. P. **Transferência de Calor**. São Paulo: Mc Graw Hill; Kogakusha, 1983.

HUET M. e MORAES A. Medidas de pressão sob a pelve na postura sentada em pesquisas de ergonomia. **Fisioterapia Brasil**, v. 4, n.6, novembro/dezembro, 2003.

IIDA, I e GUIMARÃES, L.B.M. **Ergonomia: projeto e produção**. 3ª edição revista. São Paulo, Blucher, 2016.

INCROPERA, F.P. e DEWITT, D.P. **Fundamentos de transferência de calor e de massa**. 6. ed., Rio de Janeiro: LTC, 2008. p.643.

KAYNAKLI, O. e KILIC, M. An investigation of thermal comfort inside an automobile during the heating period. **Applied Ergonomics**, v. 36, n. 3, p. 301-312, 2005.

KOLICH, M. Automobile seat comfort: occupant preferences vs. anthropometric accommodation. **Applied Ergonomics**, v.34, p.177–184, 2003.

KYUNG G. e NUSSBAUM M.A. – Driver sitting comfort and discomfort (part II): Relationships with and prediction from interface pressure. **International Journal of Industrial Ergonomics**, v.38, pág. 526-538, 2008.

LEMOES, A. L. e MARTINS, R. M. Desenvolvimento e Caracterização de Compósitos Poliméricos à base de Poli (Ácido Lático) e Fibras Naturais. **Polímeros Ciência e Tecnologia**, v.24, n.2, p. 190-197, 2014.

LIMA, J. C. **Avaliação experimental da influência do revestimento de assentos automotivos no conforto térmico**. Dissertação de mestrado. Área de Concentração: Engenharia Automotiva. (Mestrado Profissionalizante). Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.

LIU, Z. et al. Studying thermal characteristics of seating materials by recording temperature from 3 positions at the seat-subject interface. **Journal of tissue viability**, v. 20, n. 3, p. 73-80, 2011.

LUSTBADER, J A. Evaluation of Advanced Automotive Seats to Improve Thermal Comfort and Fuel Economy. **Vehicle Thermal Management Systems Conference and Exhibition**, Toronto, 2005.

MAYYAS A., et al. Design for sustainability in automotive industry: A comprehensive review. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v.16, p. 1845-1862, Fevereiro, 2012.

MAZALI, I.O. e ALVES, O.L. Morphosynthesis: high fidelity inorganic replica of the fibrous network of loofa sponge (*Luffa Cylindrica*). **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 77, n. 1, p. 25-31, 2005.

MEDEIROS, C.R.P.X. **AVALIAÇÃO DO COCKPIT DE VEÍCULOS AUTOMOTORES DO TRANSPORTE DE CARGA: MÉTODO APOIADO NA ERGONOMIA E NA USABILIDADE**. Dissertação de mestrado. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica, Setor de Tecnologia, Universidade Federal do Paraná, 2004.

MEDEIROS et al. Avaliação ergonômica do desconforto muscular causado pelo uso de cadeira de rodas. *HFD*, v.4, n.8, p 095-111, Novembro, 2015.

MEFFRE, R.; GÉHIN, C.; DITTMAR, A. MAPI: capteur de pression d'interface actif intégré dans un siège. **IRBM**, v. 29, n. 6, p. 375-379, 2008.

MEOLA, C. et al. Non-destructive evaluation of aerospace materials with lock-in thermography. **Engineering Failure Analysis**, v.13, p.380–388, 2006.

MITAL, M.M.S. **Thermal detection of embedded tumors using infrared imaging**. Dissertação de mestrado em Engenharia Mecânica. Instituto politécnico e Universidade Estadual de Virginia, Blacksburg, 2004.

MITAL, M.M.S e SCOTT E.P. Thermal detection of embedded tumors using infrared imaging. *J Biomech Eng*, v.129, p. 33 – 39, Jul, 2016.

MOREIRA, Francisco José Carvalho et al. Emergência e crescimento inicial de plântulas de bucha (*Luffa Cylindrica* Roemer). **Revista Ciência Agronômica**, v. 38, n. 2, p. 169-175, 2008.

NETO, F. L. e PARDINI, L. C. *Compósitos estruturais: ciência e tecnologia*. 1 ed. – Ed. Edgard Blucher, São Paulo, p. 98-100, 2006.

NETO, Ministro–Samuel Pinheiro Guimarães. Governo Federal Ministério do Trabalho e Emprego Ministro–Carlos Roberto Lupi Secretário Executivo–André Peixoto Figueiredo Lima Secretaria de Assuntos Estratégicos da. 2010.

OLIVIERA M. P. Propriedades mecânicas e térmicas dos compósitos poliméricos reforçados por fibras de bucha. Dissertação de Mestrado em Ciência dos Materiais do Instituto Militar de Engenharia, Rio de Janeiro, 2013.

PARSONS, K.C. The effects of gender, acclimation state, the opportunity to adjust clothing and physical disability on requirements for thermal comfort. **Energy Build**. V.34, p. 593–599, Julho, 2002.

PEREIRA, R. R. P. **Características térmicas de assento de cadeiras escolares por termografia**. Dissertação de mestrado. Programa de Pós-graduação em Design, Área de concentração em Design, Inovação e Sustentabilidade, Universidade do Estado de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2013.

PEREIRA, P. H. F. et al. Vegetal fibers in polymeric composites: a review. **Polímeros**, v. 25, n. 1, p. 9-22, 2015.

PEREIRA, C.J.O.P e ALCOBIA, J. Ergonomia Ambiental em Veículos. Dissertação para Doutorado em Ciências de Engenharia Mecânica (Aerodinâmica), Faculdade de ciências e tecnologia da Universidade de Coimbra, departamento de Engenharia Mecânica, Coimbra, 2006.

ROSSIGNOLI, I.; BENITO, P.J. e HERRERO, A.J. Reliability of infrared thermography in skin temperature evaluation of wheelchair users. **Spinal Cord**, 1–6, Outubro, 2014.

RUAS, A.C. Conforto Térmico nos Ambientes de trabalho. São Paulo: Fundacentro, 1999.

SALES, R. B. C. S., et al. Thermal comfort of seats as visualized by infrared thermography. **Applied Ergonomics**, v.62, p. 142-149, 2017.

SALAZAR, V. L. P. **Subsídios para análise do ciclo de vida de assentos à base de fibra de coco e látex**. Dissertação de mestrado. Pós-Graduação em Agronomia – Área de concentração em energia na agricultura, Faculdade de ciências agrônômicas da Universidade Estadual de São Paulo, Botucatu, 2000.

SATYANARAYANA, K.G., GUIMARÃES, J.L., e WYPYCH, F. Studies on lignocellulosic fibers of Brazil. Part I: Source, production, morphology, properties and applications. **Composites: Part A**, n.38, p.1694–1709, 2007.

SATYANARAYANA, K.G.; ARIZAGA, G.G.C. e WYPYCH, F. Biodegradable composites based on lignocellulosic fibers — an overview. **Progress in polymer science**, v. 34, n. 9, p. 982-1021, 2009.

SIMION M., SOCACIU L. e UNGURESAN P. Factors which influence the thermal comfort inside of vehicles. **Energy Procedia**, v.85, p. 472 – 480, 2016.

SIQUEIRA, E.J. **Compósitos de resina estervinílica reforçados com fibras da *Luffa Cylindrica* modificadas artificialmente**. Dissertação de mestrado, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Materiais, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2008.

SILVA C. B. **Comparativo das propriedades de transporte de umidade, capilaridade, permeabilidade ao vapor e permeabilidade ao ar em tecidos planos de poliéster**. Tese de Doutorado. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Química da Faculdade de Engenharia Química da Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2013.

SILVA, E. L. e MENEZES, E. M. **Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação**, Florianópolis: UFSC, 2005.

SHEN, J. et al. Mechanical properties of *Luffa* sponge. **Journal of the mechanical behavior of biomedical materials**, v. 15, p. 141-152, Julho, 2012.

SHEN, J. et al. Behavior of *Luffa* sponge material under dynamic loading. **International Journal of Impact Engineering**, v. 57, p. 17-26, 2013.

SOUZA, J. B. G. **Parâmetros para o projeto de poltronas aeronáuticas: revisão da literatura e as práticas da indústria no setor de transportes**. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2010.

SOUZA, G. A. G. R. **“Análise e triagem de tumor benigno de mamas a partir de imagem infravermelha”**. Dissertação de mestrado. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2014.

SPECK et al. Uso da termografia infravermelha como metodologia de avaliação ergonômica na maricultura. In: XIV Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola – CONBEA, Florianópolis, Julho, 2016. (a)

SPECK et al. Processo de instrumentação integrada no desenvolvimento de projetos de tecnologia assistiva. In: 18º Congresso Brasileiro de Ergonomia. Belo Horizonte, 2016. (b)

TANOBE, V. O. A. **Caracterização de fibras de esponja de *Luffa Cylindrica* para utilização em compósitos com matriz polimérica**. Dissertação de mestrado. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de materiais e Processos. Área de concentração: Ciência dos materiais, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2003.

TANOBE, V. O. A. et al. Sponge gourd (*Luffa Cylindrica*) reinforced polyester composites: preparation and properties. **Defence Science Journal**, v. 64, n. 3, p. 273, 2014.

VAN DER LINDEN, J. C. S. **Ergonomia e Design: prazer, conforto e risco no uso de produtos**. Porto Alegre: UniRitter, 2007.

VERATTI, A.B. **Manual do curso de formação de termografista nível I do ITC Infrared Training Center**. Rev. 1.1 Publi. Nº 1560063 – Cap. 1/14. São Paulo 2011.

Vergara, M., Page, A. Relationship between comfort and back posture and mobility in sitting-posture. **Applied Ergonomics**, v.33, p.1-8, Janeiro, 2002.

VILLAS BÔAS, N. **Física 2**. São Paulo: Saraiva, 2010.

YACHMENEV, V., NEGULESCU, I., YAN, C. Thermal insulation properties of cellulosic-based nonwoven composites. **Journal of Industrial Textiles**, v.36, p. 73–87, Julho, 2006.

ZACHARKOW, D. Posture: sitting, standing, chair design and exercise. Charles C. Thomas Publishers, Springfield, Illinois, 1988.

ZHANG L., HELANDER M.G. e DRURY C.G. Identifying Factors of Comfort and Discomfort in Sitting. **Human Factors: The Journal of the Human Factors and Ergonomics Society**, v.38, p.377, Setembro, 1996.

ZHANG, H et al. Studies of air-flow and temperature fields inside a passenger compartment for improving thermal comfort and saving energy. Part I: Test/numerical model and validation. **Applied Thermal Engineering**. V. 29, p. 2022–2027, 2009.

ZEMP, R., TAYLOR, W.R. e LORENZETTI, S. Are pressure measurements effective in the assessment of office chair comfort/discomfort? A review. **Applied ergonomics**, v. 48, p. 273-282, Janeiro, 2015.

Apêndice 1 – Termo de consentimento livre e esclarecido

Você está sendo convidado (a) para participar da pesquisa intitulada “Características térmicas de assento confeccionados com *Luffa Cylindrica*”, sob a responsabilidade dos pesquisadores Dalila Campigotto Weiss Costa e Maria Lucia Okimoto.

Nesta pesquisa, buscamos entender o comportamento térmico de assentos confeccionados com uma manta de fibra natural (bucha vegetal) e de um assento confeccionado com espuma de poliuretano.

Na sua participação você deverá ficar sentando em duas cadeiras diferentes, terá que preencher um questionário com algumas perguntas e ficar posicionado no local no qual a imagem termográfica será tomada.

Após a aquisição das imagens, e coleta de dados estas serão apagadas.

Em nenhum momento você será identificado. Os resultados da pesquisa serão publicados e ainda assim sua identidade será preservada.

Você não terá nenhum gasto e nenhum ganho financeiro por participar desta pesquisa.

Este teste não causa nenhum dano a sua saúde. Nosso objetivo é identificar o conforto térmico proporcionado pelos dois assentos.

Você é livre para deixar de participar da pesquisa a qualquer momento sem nenhum prejuízo ou coação.

Uma via original deste Termo de Consentimento Livre e Esclarecido ficará com você. Qualquer dúvida com respeito a pesquisa você poderá entrar em contato com os pesquisadores.

Curitiba, xx de xxxx, 2017

Assinatura do pesquisador

Eu aceito participar da pesquisa citada acima, voluntariamente, após ter sido devidamente esclarecido.

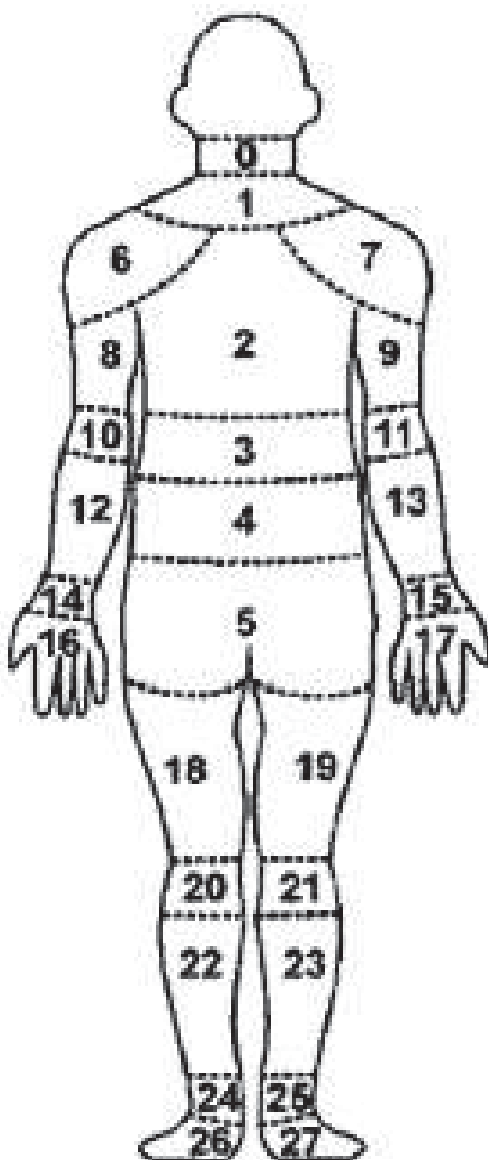
Participante da pesquisa

Apêndice 2 - Questionário aplicado aos sujeitos – 4º coleta de dados termográficos

Questionário															
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 60%;"> <p>Nome:</p> <p>Idade:</p> <p>Peso aproximado:</p> <p>Escolaridade:</p> </div> <div style="width: 35%;"> <p>Altura:</p> </div> </div>															
<p>1 Quantas horas por dia você fica sentado aproximadamente?</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <tr> <td style="width: 25%; height: 20px;"></td> <td style="width: 25%;">Menos de 30 minutos</td> <td style="width: 25%; height: 20px;"></td> <td style="width: 25%;">30 minutos a 1 hora</td> </tr> <tr> <td style="height: 20px;"></td> <td>1 a 2 horas</td> <td style="height: 20px;"></td> <td>2 a 4 horas</td> </tr> <tr> <td style="height: 20px;"></td> <td>4 a 6 horas</td> <td style="height: 20px;"></td> <td>6 a 8 horas</td> </tr> </table>					Menos de 30 minutos		30 minutos a 1 hora		1 a 2 horas		2 a 4 horas		4 a 6 horas		6 a 8 horas
	Menos de 30 minutos		30 minutos a 1 hora												
	1 a 2 horas		2 a 4 horas												
	4 a 6 horas		6 a 8 horas												
<p>2 Após quanto tempo em média, você começa a sentir algum tipo de desconforto?</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <tr> <td style="width: 25%; height: 20px;"></td> <td style="width: 25%;">10 minutos</td> <td style="width: 25%; height: 20px;"></td> <td style="width: 25%;">2 horas</td> </tr> <tr> <td style="height: 20px;"></td> <td>30 minutos</td> <td style="height: 20px;"></td> <td>3 horas</td> </tr> <tr> <td style="height: 20px;"></td> <td>1 hora</td> <td style="height: 20px;"></td> <td>4 horas</td> </tr> </table>					10 minutos		2 horas		30 minutos		3 horas		1 hora		4 horas
	10 minutos		2 horas												
	30 minutos		3 horas												
	1 hora		4 horas												
<p>3 O que você acredita que causa desconforto no assento?</p> <hr style="border: 0; border-top: 1px solid black; margin-bottom: 5px;"/> <hr style="border: 0; border-top: 1px solid black; margin-bottom: 5px;"/> <hr style="border: 0; border-top: 1px solid black; margin-bottom: 5px;"/>															
<p>4 O que você acredita que causa desconforto no encosto?</p> <hr style="border: 0; border-top: 1px solid black; margin-bottom: 5px;"/> <hr style="border: 0; border-top: 1px solid black; margin-bottom: 5px;"/> <hr style="border: 0; border-top: 1px solid black; margin-bottom: 5px;"/>															
<p>3 O que na sua opinião pode auxiliar a aliviar o desconforto na posição sentada?</p> <hr style="border: 0; border-top: 1px solid black; margin-bottom: 5px;"/> <hr style="border: 0; border-top: 1px solid black; margin-bottom: 5px;"/> <hr style="border: 0; border-top: 1px solid black; margin-bottom: 5px;"/>															

Assento A				
Você sentiu aumento de pressão em alguma região do assento A? Qual?				
<i>Com a caneta vermelha marque no mapa de regiões corporais</i>				
Você sentiu aumento da temperatura em alguma região do assento A? Qual?				
<i>Com a caneta azul marque no mapa de regiões corporais</i>				
Com relação ao conforto, como você classifica o assento A?				
1	2	3	4	5
Muito confortável	Bastante Conforto	Confortável	Pouco Conforto	Nenhum Conforto
Mapa de Regiões Corporais				
<i>Com a caneta verde marque no mapa qual região você sentiu algum desconforto</i>				
Tronco				
Pescoço (0)				
1	2	3	4	5
Nenhum desconforto	Algum Desconforto	Moderado Desconforto	Bastante Desconforto	Intolerável / Desconforto
Região Cervical (1)				
1	2	3	4	5
Nenhum desconforto	Algum Desconforto	Moderado Desconforto	Bastante Desconforto	Intolerável / Desconforto
Costas Superior (2)				
1	2	3	4	5
Nenhum desconforto	Algum Desconforto	Moderado Desconforto	Bastante Desconforto	Intolerável / Desconforto
Lado Esquerdo				
Ombro (6)				
1	2	3	4	5
Nenhum desconforto	Algum Desconforto	Moderado Desconforto	Bastante Desconforto	Intolerável / Desconforto
Braço (8)				
1	2	3	4	5
Nenhum desconforto	Algum Desconforto	Moderado Desconforto	Bastante Desconforto	Intolerável / Desconforto
Cotovelo (10)				
1	2	3	4	5
Nenhum desconforto	Algum Desconforto	Moderado Desconforto	Bastante Desconforto	Intolerável / Desconforto
Antebraço (12)				
1	2	3	4	5
Nenhum desconforto	Algum Desconforto	Moderado Desconforto	Bastante Desconforto	Intolerável / Desconforto
Punho (14)				
1	2	3	4	5
Nenhum desconforto	Algum Desconforto	Moderado Desconforto	Bastante Desconforto	Intolerável / Desconforto
Mão (16)				
1	2	3	4	5
Nenhum desconforto	Algum Desconforto	Moderado Desconforto	Bastante Desconforto	Intolerável / Desconforto
Coxa (18)				
1	2	3	4	5
Nenhum desconforto	Algum Desconforto	Moderado Desconforto	Bastante Desconforto	Intolerável / Desconforto
Perna (20,22,24,26)				
1	2	3	4	5
Nenhum desconforto	Algum Desconforto	Moderado Desconforto	Bastante Desconforto	Intolerável / Desconforto
Costas-meio (3)				
1	2	3	4	5
Nenhum desconforto	Algum Desconforto	Moderado Desconforto	Bastante Desconforto	Intolerável / Desconforto
Costas-inferior (4)				
1	2	3	4	5
Nenhum desconforto	Algum Desconforto	Moderado Desconforto	Bastante Desconforto	Intolerável / Desconforto
Bacia (5)				
1	2	3	4	5
Nenhum desconforto	Algum Desconforto	Moderado Desconforto	Bastante Desconforto	Intolerável / Desconforto
Lado Direito				
Ombro (7)				
1	2	3	4	5
Nenhum desconforto	Algum Desconforto	Moderado Desconforto	Bastante Desconforto	Intolerável / Desconforto
Braço (9)				
1	2	3	4	5
Nenhum desconforto	Algum Desconforto	Moderado Desconforto	Bastante Desconforto	Intolerável / Desconforto
Cotovelo (11)				
1	2	3	4	5
Nenhum desconforto	Algum Desconforto	Moderado Desconforto	Bastante Desconforto	Intolerável / Desconforto
Antebraço (13)				
1	2	3	4	5
Nenhum desconforto	Algum Desconforto	Moderado Desconforto	Bastante Desconforto	Intolerável / Desconforto
Punho (15)				
1	2	3	4	5
Nenhum desconforto	Algum Desconforto	Moderado Desconforto	Bastante Desconforto	Intolerável / Desconforto
Mão (17)				
1	2	3	4	5
Nenhum desconforto	Algum Desconforto	Moderado Desconforto	Bastante Desconforto	Intolerável / Desconforto
Coxa (19)				
1	2	3	4	5
Nenhum desconforto	Algum Desconforto	Moderado Desconforto	Bastante Desconforto	Intolerável / Desconforto
Perna (21,23,25,27)				
1	2	3	4	5
Nenhum desconforto	Algum Desconforto	Moderado Desconforto	Bastante Desconforto	Intolerável / Desconforto

Assento B				
Você sentiu aumento de pressão em alguma região do assento B? Qual?				
<i>Com a caneta vermelha marque no mapa de regiões corporais</i>				
Você sentiu aumento da temperatura em alguma região do assento B? Qual?				
<i>Com a caneta azul marque no mapa de regiões corporais</i>				
Com relação ao conforto, como você classifica o assento B?				
1	2	3	4	5
Muito confortável	Bastante Conforto	Confortável	Pouco Conforto	Nenhum Conforto
Mapa de Regiões Corporais				
<i>Com a caneta verde marque no mapa qual região você sentiu algum desconforto</i>				
Tronco				
Pescoço (0)				
1	2	3	4	5
Nenhum desconforto	Algum Desconforto	Moderado Desconforto	Bastante Desconforto	Intolerável / Desconforto
Região Cervical (1)				
1	2	3	4	5
Nenhum desconforto	Algum Desconforto	Moderado Desconforto	Bastante Desconforto	Intolerável / Desconforto
Costas Superior (2)				
1	2	3	4	5
Nenhum desconforto	Algum Desconforto	Moderado Desconforto	Bastante Desconforto	Intolerável / Desconforto
Lado Esquerdo				
Ombro (6)				
1	2	3	4	5
Nenhum desconforto	Algum Desconforto	Moderado Desconforto	Bastante Desconforto	Intolerável / Desconforto
Braço (8)				
1	2	3	4	5
Nenhum desconforto	Algum Desconforto	Moderado Desconforto	Bastante Desconforto	Intolerável / Desconforto
Cotovelo (10)				
1	2	3	4	5
Nenhum desconforto	Algum Desconforto	Moderado Desconforto	Bastante Desconforto	Intolerável / Desconforto
Antebraço (12)				
1	2	3	4	5
Nenhum desconforto	Algum Desconforto	Moderado Desconforto	Bastante Desconforto	Intolerável / Desconforto
Punho (14)				
1	2	3	4	5
Nenhum desconforto	Algum Desconforto	Moderado Desconforto	Bastante Desconforto	Intolerável / Desconforto
Mão (16)				
1	2	3	4	5
Nenhum desconforto	Algum Desconforto	Moderado Desconforto	Bastante Desconforto	Intolerável / Desconforto
Coxa (18)				
1	2	3	4	5
Nenhum desconforto	Algum Desconforto	Moderado Desconforto	Bastante Desconforto	Intolerável / Desconforto
Perna (20,22,24,26)				
1	2	3	4	5
Nenhum desconforto	Algum Desconforto	Moderado Desconforto	Bastante Desconforto	Intolerável / Desconforto
Costas-meio (3)				
1	2	3	4	5
Nenhum desconforto	Algum Desconforto	Moderado Desconforto	Bastante Desconforto	Intolerável / Desconforto
Costas-inferior (4)				
1	2	3	4	5
Nenhum desconforto	Algum Desconforto	Moderado Desconforto	Bastante Desconforto	Intolerável / Desconforto
Bacia (5)				
1	2	3	4	5
Nenhum desconforto	Algum Desconforto	Moderado Desconforto	Bastante Desconforto	Intolerável / Desconforto
Lado Direito				
Ombro (7)				
1	2	3	4	5
Nenhum desconforto	Algum Desconforto	Moderado Desconforto	Bastante Desconforto	Intolerável / Desconforto
Braço (9)				
1	2	3	4	5
Nenhum desconforto	Algum Desconforto	Moderado Desconforto	Bastante Desconforto	Intolerável / Desconforto
Cotovelo (11)				
1	2	3	4	5
Nenhum desconforto	Algum Desconforto	Moderado Desconforto	Bastante Desconforto	Intolerável / Desconforto
Antebraço (13)				
1	2	3	4	5
Nenhum desconforto	Algum Desconforto	Moderado Desconforto	Bastante Desconforto	Intolerável / Desconforto
Punho (15)				
1	2	3	4	5
Nenhum desconforto	Algum Desconforto	Moderado Desconforto	Bastante Desconforto	Intolerável / Desconforto
Mão (17)				
1	2	3	4	5
Nenhum desconforto	Algum Desconforto	Moderado Desconforto	Bastante Desconforto	Intolerável / Desconforto
Coxa (19)				
1	2	3	4	5
Nenhum desconforto	Algum Desconforto	Moderado Desconforto	Bastante Desconforto	Intolerável / Desconforto
Perna (21,23,25,27)				
1	2	3	4	5
Nenhum desconforto	Algum Desconforto	Moderado Desconforto	Bastante Desconforto	Intolerável / Desconforto



Tronco	
Pescoço (0)	Costas-meio (3)
Região Cervical (1)	Costas-inferior (4)
Costas Superior (2)	Bacia (5)
Lado Esquerdo	Lado Direito
Ombro (6)	Ombro (7)
Braço (8)	Braço (9)
Cotovelo (10)	Cotovelo (11)
Antebraço (12)	Antebraço (13)
Punho (14)	Punho (15)
Mão (16)	Mão (17)
Coxa (18)	Coxa (19)
Perna (20,22,24,26)	Perna (21,23,25,27)

Apêndice 3 - Resultados obtidos na segunda coleta de dados termograficos

Sujeito	Assento - A						
	Tempo			T1 (0)	T2 (10)	T3 (20)	T4(30)
1	Costas	Ponto 1	Max	29,3	29,4	30,9	31,3
			Min	25,5	25,1	25,9	26,6
			Med	27,9	27,2	28,8	29,0
	Pernas	Ponto 2	Max	28,5	28,3	30,2	30,4
			Min	26,9	25,3	27,7	27,4
			Med	27,8	26,9	29,3	29,3
		Ponto 3	Max	28,6	28,2	29,5	29,9
			Min	27,6	25,7	28,1	28,2
			Med	28,3	26,8	28,9	29,3
2	Costas	Ponto 1	Max	34,7	35,5	35,3	34,5
			Min	32,0	33,1	33,0	32,5
			Med	33,1	34,4	34,0	33,5
	Pernas	Ponto 2	Max	35,1	37,0	36,8	36,0
			Min	33,3	34,0	34,5	34,4
			Med	34,4	36,0	36,2	35,4
		Ponto 3	Max	35,4	36,9	36,9	35,9
			Min	33,4	35,1	35,4	34,3
			Med	34,6	36,2	36,3	35,1
3	Costas	Ponto 1	Max	34,2	35,6	35,2	34,4
			Min	31,7	32,5	32,4	31,3
			Med	32,7	34,2	34,2	33,2
	Pernas	Ponto 2	Max	34,1	34,9	35,0	34,0
			Min	32,1	33,4	33,4	33,2
			Med	33,6	34,5	34,6	33,6
		Ponto 3	Max	33,6	34,4	34,9	33,9
			Min	31,5	31,8	34,0	33,1
			Med	32,8	33,5	34,4	33,5
4	Costas	Ponto 1	Max	34,0	33,2	32,3	33,1
			Min	29,0	30,3	28,4	28,9
			Med	31,3	31,7	30,7	31,1
	Pernas	Ponto 2	Max	32,1	32,1	31,3	31,8
			Min	30,2	30,1	29,2	29,9
			Med	31,2	30,9	30,3	30,8
		Ponto 3	Max	32,4	31,6	29,9	31,1
			Min	30,2	30,1	29,0	29,6
			Med	31,0	30,8	29,5	30,4
5	Costas	Ponto 1	Max	30,6	32,8	34,2	33,8
			Min	27,8	29,9	30,7	31,0
			Med	29,5	32,0	33,1	33,2
	Pernas	Ponto 2	Max	28,7	33,0	34,3	33,8
			Min	27,6	31,5	33,2	33,0
			Med	28,2	32,4	33,9	33,7
		Ponto 3	Max	28,5	32,9	34,5	34,3
			Min	27,6	31,5	32,4	33,4
			Med	28,3	32,6	34,0	33,9

Sujeito	Assento - B						
	Tempo			T1 (0)	T2 (10)	T3 (20)	T4(30)
1	Costas	Ponto 1	Max	30,00	29,50	29,30	31,40
			Min	25,70	23,20	25,40	27,70
			Med	28,50	27,60	27,40	29,70
	Pernas	Ponto 2	Max	28,70	28,80	28,60	30,30
			Min	26,30	26,50	26,90	28,50
			Med	27,30	28,20	27,70	29,60
		Ponto 3	Max	28,20	28,40	27,80	30,30
			Min	26,60	26,30	26,40	28,80
			Med	27,60	27,70	27,30	29,80
2	Costas	Ponto 1	Max	34,50	35,20	36,90	36,10
			Min	32,50	32,30	33,00	33,20
			Med	33,40	33,60	35,50	35,10
	Pernas	Ponto 2	Max	34,70	36,60	38,20	37,80
			Min	33,40	34,50	35,70	35,60
			Med	34,20	35,70	37,20	37,10
		Ponto 3	Max	34,90	37,00	38,30	37,40
			Min	33,70	34,70	36,20	35,70
			Med	34,40	35,90	37,70	36,60
3	Costas	Ponto 1	Max	32,60	34,60	35,80	35,20
			Min	29,20	29,30	30,80	32,40
			Med	30,70	32,00	33,40	33,90
	Pernas	Ponto 2	Max	32,40	34,30	35,20	34,10
			Min	31,50	31,90	32,60	31,40
			Med	32,10	33,50	34,50	33,30
		Ponto 3	Max	32,40	33,80	34,30	33,00
			Min	30,30	31,00	31,70	31,20
			Med	31,70	32,70	33,70	32,70
4	Costas	Ponto 1	Max	32,40	32,30	33,80	33,30
			Min	28,10	29,30	31,40	31,00
			Med	30,30	30,70	32,70	32,20
	Pernas	Ponto 2	Max	29,40	31,50	33,20	33,40
			Min	28,00	29,10	31,80	31,30
			Med	28,60	30,20	32,60	32,70
		Ponto 3	Max	29,40	30,10	32,50	32,60
			Min	26,80	28,50	31,60	31,70
			Med	28,30	29,60	32,20	32,10
5	Costas	Ponto 1	Max	33,10	35,10	35,40	35,10
			Min	30,60	32,80	33,10	32,40
			Med	32,40	34,40	34,60	34,10
	Pernas	Ponto 2	Max	33,00	35,00	35,30	35,10
			Min	32,00	33,90	33,70	33,80
			Med	32,50	34,60	34,80	34,80
		Ponto 3	Max	33,00	35,20	35,70	35,00
			Min	31,70	34,20	34,80	34,00
			Med	32,60	34,90	35,30	34,70

Apêndice 4 - Resultados obtidos na terceira coleta de dados termográficos

Sujeito	Assento - A						
	Tempo			T1 (0)	T2(10)	T3(20)	T4(30)
1	Costas	Ponto 1	Max	33,6	33,1	32,8	34,5
			Min	30,9	30,5	30,2	31,2
			Med	32,0	32,0	31,6	33,1
	Pernas	Ponto 2	Max	31,4	31,8	31,7	33,0
			Min	30,9	31,2	30,5	31,4
			Med	31,2	31,5	31,0	32,5
		Ponto 3	Max	31,6	31,7	31,7	32,6
			Min	30,8	31,0	30,1	31,9
			Med	31,4	31,4	31,0	32,2
2	Costas	Ponto 1	Max	29,2	29,0	29,2	29,7
			Min	26,4	25,8	27,1	28,1
			Med	27,8	27,7	28,3	29,1
	Pernas	Ponto 2	Max	28,4	27,8	28,1	29,4
			Min	27,7	27,0	27,5	28,2
			Med	28,1	28,1	27,8	29,1
		Ponto 3	Max	27,7	27,9	28,1	30,1
			Min	26,9	27,2	27,5	28,2
			Med	27,3	27,4	27,9	29,2
3	Costas	Ponto 1	Max	34,2	34,5	33,1	34,3
			Min	32,1	33,2	30,8	33,1
			Med	33,1	33,7	32,3	33,7
	Pernas	Ponto 2	Max	33,6	33,8	31,5	34,1
			Min	32,7	32,9	28,7	33,4
			Med	33,0	33,5	30,3	33,8
		Ponto 3	Max	32,3	33,2	30,6	33,9
			Min	31,8	32,6	28,4	32,7
			Med	32,1	33,0	29,8	33,3
4	Costas	Ponto 1	Max	32,7	32,3	30,4	30,6
			Min	30,8	29,7	27,1	27,8
			Med	31,6	31,3	29,0	29,3
	Pernas	Ponto 2	Max	31,4	30,9	28,7	28,9
			Min	30,6	30,4	27,8	27,9
			Med	31,0	30,8	28,5	28,6
		Ponto 3	Max	31,4	30,8	29,1	29,5
			Min	30,8	30,2	27,2	28,1
			Med	31,1	30,6	28,6	28,6
5	Costas	Ponto 1	Max	33,4	33,3	31,0	30,9
			Min	31,3	31,0	28,5	29,5
			Med	32,2	32,3	29,9	30,3
	Pernas	Ponto 2	Max	32,1	31,6	28,9	30,5
			Min	30,9	30,7	28,4	29,6
			Med	31,4	31,1	28,7	30,0
		Ponto 3	Max	31,7	31,0	29,2	30,2
			Min	30,7	30,4	28,1	29,3
			Med	31,0	30,7	28,5	29,9

Sujeito	Assento - B						
	Tempo			T1(0)	T2(10)	T3(20)	T4(30)
1	Costas	Ponto 1	Max	33,3	33,7	35,2	35,1
			Min	30,5	30,0	31,8	31,9
			Med	31,8	31,8	33,3	33,5
	Pernas	Ponto 2	Max	32,7	32,2	32,7	33,1
			Min	31,6	31,4	32,1	32,3
			Med	32,0	32,0	32,5	32,5
		Ponto 3	Max	32,0	31,9	32,8	32,5
			Min	31,5	30,8	31,9	32,1
			Med	31,7	31,4	32,4	32,3
2	Costas	Ponto 1	Max	27,6	30,3	30,3	30,8
			Min	24,5	27,5	27,7	26,7
			Med	26,6	29,2	29,2	28,5
	Pernas	Ponto 2	Max	26,6	29,8	29,2	28,0
			Min	25,1	28,8	28,8	27,2
			Med	26,2	29,4	29,0	27,7
		Ponto 3	Max	27,6	29,6	30,0	28,0
			Min	26,6	28,8	28,8	27,3
			Med	26,9	29,3	29,4	27,7
3	Costas	Ponto 1	Max	32,6	35,0	35,2	34,2
			Min	31,0	33,8	34,1	32,8
			Med	31,7	34,5	34,8	33,4
	Pernas	Ponto 2	Max	32,5	34,2	34,8	33,4
			Min	31,6	32,9	33,8	31,0
			Med	32,1	33,9	34,5	32,8
		Ponto 3	Max	32,1	33,6	34,1	32,6
			Min	31,3	32,1	33,2	30,4
			Med	31,7	33,3	33,6	32,0
4	Costas	Ponto 1	Max	30,2	31,0	31,3	31,7
			Min	27,9	27,9	29,7	29,2
			Med	28,8	29,4	31,1	30,2
	Pernas	Ponto 2	Max	28,1	28,6	30,6	29,9
			Min	27,6	28,0	30,0	26,8
			Med	27,8	28,4	30,5	29,2
		Ponto 3	Max	28,2	28,3	30,5	29,2
			Min	27,5	27,8	29,7	26,1
			Med	28,0	28,0	30,2	28,2
5	Costas	Ponto 1	Max	32,1	33,0	33,3	32,7
			Min	29,4	29,7	30,9	30,2
			Med	30,4	31,5	32,3	31,4
	Pernas	Ponto 2	Max	30,5	32,1	31,9	30,2
			Min	29,8	31,4	31,3	28,9
			Med	30,2	31,7	31,6	29,7
		Ponto 3	Max	30,7	33,0	32,1	30,1
			Min	29,5	31,6	31,0	29,2
			Med	29,9	32,3	31,6	29,8

Apêndice 5 - Resultados obtidos na quarta coleta de dados termográficos

Sujeito	Assento - A										
	Variação			Roupa				Pele			
	Tempo			T1(0)	T2(10)	T3(20)	T4(30)	T1(0)	T2(10)	T3(20)	T4(30)
1	Costas	Ponto 1	Max	29,1	29,9	30,4	31,3	35,2	35,4	35,4	36,4
			Min	27,7	28,5	28,7	29,5	28,8	29,7	31,3	30,0
			Med	28,3	29,2	29,9	30,5	32,3	33,3	34,4	34,6
	Pernas	Ponto 2	Max	29,7	30,5	31,8	32,4	29,4	30,5	32,8	32,7
			Min	28,2	28,2	29,3	30,4	28,1	28,5	30,1	30,5
			Med	29,1	29,2	30,8	31,3	28,7	29,0	30,8	31,3
		Ponto 3	Max	30,3	30,7	31,7	32,3	30,5	30,8	33,0	32,6
			Min	27,9	28,9	29,5	30,7	27,7	28,4	30,1	30,1
			Med	29,1	29,8	30,6	31,8	28,8	29,3	31,6	31,8
2	Costas	Ponto 1	Max	31,5	32,4	33,4	34,1	35,4	36,9	37,3	37,6
			Min	30,5	31,3	32,1	32,6	32,3	31,5	34,4	34,9
			Med	30,9	32,0	32,6	32,9	34,8	36,0	36,6	37,2
	Pernas	Ponto 2	Max	32,7	34,4	35,3	35,7	32,1	34,3	35,4	35,7
			Min	30,8	32,5	33,1	33,5	30,5	32,1	33,0	33,7
			Med	31,5	33,6	34,4	34,8	31,0	33,2	34,3	35,0
		Ponto 3	Max	32,6	33,9	35,0	35,5	32,2	33,7	35,1	35,8
			Min	30,1	32,3	32,6	32,6	30,0	31,1	32,1	33,6
			Med	31,3	33,4	34,3	34,7	30,8	32,6	34,0	35,0
3	Costas	Ponto 1	Max	30,0	30,6	31,4	31,5	36,1	35,1	36,4	36,3
			Min	29,0	29,4	30,7	30,7	31,8	32,8	34,9	34,4
			Med	29,5	30,1	31,0	31,2	34,2	34,5	35,9	35,9
	Pernas	Ponto 2	Max	30,4	32,2	32,9	33,1	30,4	31,4	32,4	33,3
			Min	29,1	30,1	30,7	30,6	29,0	29,5	29,9	30,7
			Med	29,8	31,3	32,0	32,1	29,3	30,5	31,2	32,0
		Ponto 3	Max	31,0	31,6	32,8	33,3	30,2	31,2	32,8	33,4
			Min	28,5	30,0	31,4	31,6	28,7	29,3	30,2	30,7
			Med	29,7	30,9	32,1	32,2	29,2	30,3	31,5	31,7
4	Costas	Ponto 1	Max	30,9	31,6	30,9	33,3	35,1	35,3	36,4	37,1
			Min	29,3	28,7	29,6	30,9	31,1	33,4	32,5	32,2
			Med	30,0	29,3	29,9	31,5	33,1	34,7	35,4	36,3
	Pernas	Ponto 2	Max	32,0	33,7	34,4	35,5	31,2	33,4	34,2	35,3
			Min	30,3	31,9	32,5	34,2	29,1	32,0	33,1	33,7
			Med	31,3	33,1	34,0	35,2	30,2	33,0	33,9	34,9
		Ponto 3	Max	31,9	33,8	34,8	36,0	33,0	33,7	34,8	35,8
			Min	30,4	32,0	32,3	34,1	31,5	31,9	32,8	34,0
			Med	31,2	33,2	34,2	35,5	32,3	33,1	34,2	35,3
5	Costas	Ponto 1	Max	29,3	32,8	31,9	33,1	32,4	36,8	36,0	36,8
			Min	27,9	30,9	30,4	31,8	31,1	32,2	31,8	32,5
			Med	28,1	31,5	31,0	32,2	31,8	35,9	35,1	35,8
	Pernas	Ponto 2	Max	31,1	33,4	32,6	34,3	32,2	33,8	32,9	33,8
			Min	29,3	31,9	30,0	32,3	29,8	31,7	31,0	31,3
			Med	30,6	33,2	32,1	33,9	31,0	33,4	32,7	33,3
		Ponto 3	Max	31,4	33,9	33,5	34,9	32,5	34,1	33,8	34,7
			Min	29,4	32,5	31,5	32,5	31,5	31,1	30,9	31,7
			Med	30,9	33,4	32,9	34,3	32,0	33,6	33,1	33,8

Sujeito	Assento B										
	Variação			Roupa				Pele			
	Tempo			T1(0)	T2(10)	T3(20)	T4(30)	T1(0)	T2(10)	T3(20)	T4(30)
1	Costas	Ponto 1	Max	29,1	30,6	31,0	30,5	35,2	35,4	36,1	36,1
			Min	28,3	28,7	29,7	29,1	28,8	31,8	32,7	33,4
			Med	28,7	29,8	30,5	29,9	32,3	34,5	35,2	35,3
	Pernas	Ponto 2	Max	29,7	31,1	31,6	31,9	29,4	31,7	31,8	32,3
			Min	28,2	29,1	30,2	29,7	28,1	29,3	30,1	29,6
			Med	29,0	30,2	31,1	30,7	28,7	29,7	30,9	30,2
		Ponto 3	Max	30,1	31,5	32,2	32,0	30,5	31,7	32,4	32,4
			Min	27,9	29,7	30,2	30,0	27,7	29,2	30,3	29,9
			Med	29,0	30,4	31,2	31,2	28,8	30,2	31,4	31,0
2	Costas	Ponto 1	Max	30,5	33,8	33,0	32,8	34,9	38,1	37,5	37,1
			Min	31,3	33,1	32,2	32,0	32,0	34,8	33,2	34,6
			Med	30,9	33,4	32,6	32,2	33,5	37,6	37,1	36,7
	Pernas	Ponto 2	Max	32,5	36,0	35,8	35,3	31,9	36,0	35,9	35,1
			Min	30,5	33,1	33,4	33,2	30,7	33,2	33,0	33,1
			Med	31,5	35,0	35,2	34,6	31,3	35,0	34,7	34,6
		Ponto 3	Max	32,4	35,8	35,5	35,3	31,9	35,8	36,0	35,3
			Min	30,0	33,1	34,1	32,5	31,1	33,0	32,6	33,0
			Med	31,2	34,9	35,1	34,4	31,5	34,9	34,5	34,5
3	Costas	Ponto 1	Max	30,1	30,7	31,0	32,1	36,1	36,2	36,7	37,0
			Min	29,0	29,7	29,9	30,7	32,1	33,1	34,2	34,7
			Med	29,6	30,2	30,3	31,6	34,1	35,1	35,7	36,1
	Pernas	Ponto 2	Max	31,2	32,1	32,3	33,9	31,0	31,0	32,6	33,5
			Min	28,9	29,3	30,3	31,4	28,0	29,2	30,6	30,6
			Med	30,1	30,6	31,5	32,6	29,5	30,0	31,7	32,0
		Ponto 3	Max	29,6	31,5	32,3	33,8	30,1	31,4	32,7	34,0
			Min	28,6	29,4	30,3	32,2	29,0	29,1	30,3	31,1
			Med	29,1	30,5	31,5	33,0	29,6	30,2	31,7	32,1
4	Costas	Ponto 1	Max	31,0	33,1	34,5	33,0	33,1	36,4	35,3	36,3
			Min	28,9	31,3	32,8	31,7	30,0	33,7	32,3	33,9
			Med	30,0	32,0	33,7	32,3	31,6	35,7	34,6	35,7
	Pernas	Ponto 2	Max	31,8	34,9	37,5	36,1	32,1	34,5	33,6	35,8
			Min	29,8	33,8	36,1	33,6	31,1	33,4	32,3	34,3
			Med	30,8	34,5	37,1	35,6	31,6	34,1	33,1	35,5
		Ponto 3	Max	31,5	35,4	37,8	36,3	32,8	35,1	33,7	36,1
			Min	30,0	33,9	34,9	32,9	31,1	33,2	32,1	33,2
			Med	30,8	34,9	36,7	35,5	32,0	34,6	33,2	35,5
5	Costas	Ponto 1	Max	29,2	32,9	32,1	32,8	31,0	35,6	36,7	36,8
			Min	27,8	30,4	31,0	30,2	29,8	32,2	32,8	33,0
			Med	28,4	31,1	31,3	31,2	30,4	34,6	35,7	35,7
	Pernas	Ponto 2	Max	30,0	33,0	33,5	33,8	30,1	33,1	34,0	33,9
			Min	29,5	31,3	31,8	32,1	30,1	31,2	32,9	30,5
			Med	29,8	32,4	32,9	33,3	30,1	32,8	33,7	33,2
		Ponto 3	Max	31,3	33,3	33,9	34,7	32,0	33,4	34,5	34,8
			Min	29,3	32,1	31,6	32,8	29,7	31,7	33,1	31,4
			Med	30,3	33,0	33,4	34,2	30,9	33,1	34,1	33,8

Apêndice 6 - Resultados da variação da temperatura na segunda coleta de dados termograficos

				Assento A			Assento B		
				Δt (t2 - t1)	Δt (t3 - t2)	Δt (t4 - t3)	Δt (t2 - t1)	Δt (t3 - t2)	Δt (t4 - t3)
Sujeito 1	Costas	Ponto 1	Max	0,1	1,5	0,4	-0,5	-0,2	2,1
			Min	-0,4	0,8	0,7	-2,5	2,2	2,3
			Med	-0,7	1,6	0,2	-0,9	-0,2	2,3
	Pernas	Ponto 2	Max	-0,2	1,9	0,2	0,1	-0,2	1,7
			Min	-1,6	2,4	-0,3	0,2	0,4	1,6
			Med	-0,9	2,4	0	0,9	-0,5	1,9
		Ponto 3	Max	-0,4	1,3	0,4	0,2	-0,6	2,5
			Min	-1,9	2,4	0,1	-0,3	0,1	2,4
			Med	-1,5	2,1	0,4	0,1	-0,4	2,5
Sujeito 2	Costas	Ponto 1	Max	0,8	-0,2	-0,8	0,7	1,7	-0,8
			Min	1,1	-0,1	-0,5	-0,2	0,7	0,2
			Med	1,3	-0,4	-0,5	0,2	1,9	-0,4
	Pernas	Ponto 2	Max	1,9	-0,2	-0,8	1,9	1,6	-0,4
			Min	0,7	0,5	-0,1	1,1	1,2	-0,1
			Med	1,6	0,2	-0,8	1,5	1,5	-0,1
		Ponto 3	Max	1,5	0	-1	2,1	1,3	-0,9
			Min	1,7	0,3	-1,1	1	1,5	-0,5
			Med	1,6	0,1	-1,2	1,5	1,8	-1,1
Sujeito 3	Costas	Ponto 1	Max	1,4	-0,4	-0,8	2	1,2	-0,6
			Min	0,8	-0,1	-1,1	0,1	1,5	1,6
			Med	1,5	0	-1	1,3	1,4	0,5
	Pernas	Ponto 2	Max	0,8	0,1	-1	1,9	0,9	-1,1
			Min	1,3	0	-0,2	0,4	0,7	-1,2
			Med	0,9	0,1	-1	1,4	1	-1,2
		Ponto 3	Max	0,8	0,5	-1	1,4	0,5	-1,3
			Min	0,3	2,2	-0,9	0,7	0,7	-0,5
			Med	0,7	0,9	-0,9	1	1	-1
Sujeito 4	Costas	Ponto 1	Max	2,2	-1,8	-0,4	-0,1	1,5	-0,5
			Min	1,3	-0,9	-1,0	1,2	2,1	-0,4
			Med	2,0	-1,5	-1,0	0,4	2	-0,5
	Pernas	Ponto 2	Max	1,6	-0,7	-1,1	2,1	1,7	0,2
			Min	1,4	-1,3	-0,2	1,1	2,7	-0,5
			Med	1,7	-0,8	-1,1	1,6	2,4	0,1
		Ponto 3	Max	1,8	-0,3	-1,5	0,7	2,4	0,1
			Min	1,4	1,9	-3,1	1,7	3,1	0,1
			Med	1,9	0,2	-1,8	1,3	2,6	-0,1
Sujeito 5	Costas	Ponto 1	Max	3,0	-4,0	1,4	2	0,3	-0,3
			Min	2,4	-2,2	-0,1	2,2	0,3	-0,7
			Med	3,0	-3,5	0,5	2	0,2	-0,5
	Pernas	Ponto 2	Max	2,6	-2,3	-0,4	2	0,3	-0,2
			Min	1,6	-2,7	1,1	1,9	-0,2	0,1
			Med	2,7	-2,5	-0,3	2,1	0,2	0
		Ponto 3	Max	2,8	-2,1	-1,2	2,2	0,5	-0,7
			Min	2,3	0,5	-5,0	2,5	0,6	-0,8
			Med	2,8	-1,7	-2,0	2,3	0,4	-0,6

Apêndice 7 - Resultados da variação da temperatura na terceira coleta de dados termográficos

				Assento A			Assento B		
				Δt (t2 - t1)	Δt (t3 - t2)	Δt (t4 - t3)	Δt (t2 - t1)	Δt (t3 - t2)	Δt (t4 - t3)
Sujeito 1	Costas	Ponto 1	Max	-0,5	-0,3	1,7	0,4	1,5	-0,1
			Min	-0,4	-0,3	1	-0,5	1,8	0,1
			Med	0	-0,4	1,5	0	1,5	0,2
	Pernas	Ponto 2	Max	0,4	-0,1	1,3	-0,5	0,5	0,4
			Min	0,3	-0,7	0,9	-0,2	0,7	0,2
			Med	0,3	-0,5	1,5	0	0,5	0
		Ponto 3	Max	0,1	0	0,9	-0,1	0,9	-0,3
			Min	0,2	-0,9	1,8	-0,7	1,1	0,2
			Med	0	-0,4	1,2	-0,3	1	-0,1
Sujeito 2	Costas	Ponto 1	Max	-0,2	0,2	0,5	2,7	0	0,5
			Min	-0,6	1,3	1	3	0,2	-1
			Med	-0,1	0,6	0,8	2,6	0	-0,7
	Pernas	Ponto 2	Max	-0,6	0,3	1,3	3,2	-0,6	-1,2
			Min	-0,7	0,5	0,7	3,7	0	-1,6
			Med	0	-0,3	1,3	3,2	-0,4	-1,3
		Ponto 3	Max	0,2	0,2	2	2	0,4	-2
			Min	0,3	0,3	0,7	2,2	0	-1,5
			Med	0,1	0,5	1,3	2,4	0,1	-1,7
Sujeito 3	Costas	Ponto 1	Max	0,3	-1,4	1,2	2,4	0,2	-1
			Min	1,1	-2,4	2,3	2,8	0,3	-1,3
			Med	0,6	-1,4	1,4	2,8	0,3	-1,4
	Pernas	Ponto 2	Max	0,2	-2,3	2,6	1,7	0,6	-1,4
			Min	0,2	-4,2	4,7	1,3	0,9	-2,8
			Med	0,5	-3,2	3,5	1,8	0,6	-1,7
		Ponto 3	Max	0,9	-2,6	3,3	1,5	0,5	-1,5
			Min	0,8	-4,2	4,3	0,8	1,1	-2,8
			Med	0,9	-3,2	3,5	1,6	0,3	-1,6
Sujeito 4	Costas	Ponto 1	Max	-0,4	-1,9	0,2	0,8	0,3	0,4
			Min	-1,1	-2,6	0,7	0	1,8	-0,5
			Med	-0,3	-2,3	0,3	0,6	1,7	-0,9
	Pernas	Ponto 2	Max	-0,5	-2,2	0,2	0,5	2	-0,7
			Min	-0,2	-2,6	0,1	0,4	2	-3,2
			Med	-0,2	-2,3	0,1	0,6	2,1	-1,3
		Ponto 3	Max	-0,6	-1,7	0,4	0,1	2,2	-1,3
			Min	-0,6	-3,0	0,9	0,3	1,9	-3,6
			Med	-0,5	-2,0	0,0	0	2,2	-2
Sujeito 5	Costas	Ponto 1	Max	-0,1	-2,3	-0,1	0,9	0,3	-0,6
			Min	-0,3	-2,5	1,0	0,3	1,2	-0,7
			Med	0,1	-2,4	0,4	1,1	0,8	-0,9
	Pernas	Ponto 2	Max	-0,5	-2,7	1,6	1,6	-0,2	-1,7
			Min	-0,2	-2,3	1,2	1,6	-0,1	-2,4
			Med	-0,3	-2,4	1,3	1,5	-0,1	-1,9
		Ponto 3	Max	-0,7	-1,8	1,0	2,3	-0,9	-2
			Min	-0,3	-2,3	1,2	2,1	-0,6	-1,8
			Med	-0,3	-2,2	1,4	2,4	-0,7	-1,8

Apêndice 8 - Resultados da variação da temperatura na quarta coleta de dados termográficos

Vestimenta

				Assento A			Assento B		
				Δt (t2 - t1)	Δt (t3 - t2)	Δt (t4 - t3)	Δt (t2 - t1)	Δt (t3 - t2)	Δt (t4 - t3)
Sujeito 1	Costas	Ponto 1	Max	0,8	0,5	0,9	1,5	0,4	-0,5
			Min	0,8	0,2	0,8	0,4	1	-0,6
			Med	0,9	0,7	0,6	1,1	0,7	-0,6
	Pernas	Ponto 2	Max	0,8	1,3	0,6	1,4	0,5	0,3
			Min	0	1,1	1,1	0,9	1,1	-0,5
			Med	0,1	1,6	0,5	1,25	0,9	-0,4
		Ponto 3	Max	0,4	1	0,6	1,4	0,7	-0,2
			Min	1	0,6	1,2	1,8	0,5	-0,2
			Med	0,7	0,8	1,2	1,4	0,8	0
Sujeito 2	Costas	Ponto 1	Max	0,9	1	0,7	3,3	-0,8	-0,2
			Min	0,8	0,8	0,5	1,8	-0,9	-0,2
			Med	1,1	0,6	0,3	2,5	-0,8	-0,4
	Pernas	Ponto 2	Max	1,7	0,9	0,4	3,5	-0,2	-0,5
			Min	1,7	0,6	0,4	2,6	0,3	-0,2
			Med	2,1	0,8	0,4	3,5	0,2	-0,6
		Ponto 3	Max	1,3	1,1	0,5	3,4	-0,3	-0,2
			Min	2,2	0,3	0	3,1	1	-1,6
			Med	2,1	0,9	0,4	3,7	0,2	-0,7
Sujeito 3	Costas	Ponto 1	Max	0,6	0,8	0,1	0,6	0,3	1,1
			Min	0,4	1,3	0	0,7	0,2	0,8
			Med	0,6	0,9	0,2	0,65	0,1	1,3
	Pernas	Ponto 2	Max	1,8	0,7	0,2	0,9	0,2	1,6
			Min	1	0,6	-0,1	0,4	1	1,1
			Med	1,5	0,7	0,1	0,55	0,9	1,1
		Ponto 3	Max	0,6	1,2	0,5	1,9	0,8	1,5
			Min	1,5	1,4	0,2	0,8	0,9	1,9
			Med	1,2	1,2	0,1	1,4	1	1,5
Sujeito 4	Costas	Ponto 1	Max	0,7	-0,7	2,4	2,1	1,4	-1,5
			Min	-0,6	0,9	1,3	2,4	1,5	-1,1
			Med	-0,7	0,6	1,6	2,05	1,7	-1,4
	Pernas	Ponto 2	Max	1,7	0,7	1,1	3,1	2,6	-1,4
			Min	1,6	0,6	1,7	4	2,3	-2,5
			Med	1,8	0,9	1,2	3,7	2,6	-1,5
		Ponto 3	Max	1,9	1,0	1,2	3,9	2,4	-1,5
			Min	1,6	0,3	1,8	3,9	1	-2
			Med	2,0	1,0	1,3	4,15	1,8	-1,2
Sujeito 5	Costas	Ponto 1	Max	3,5	-0,9	1,2	3,7	-0,8	0,7
			Min	3,0	-0,5	1,4	2,6	0,6	-0,8
			Med	3,4	-0,5	1,2	2,7	0,2	-0,1
	Pernas	Ponto 2	Max	2,3	-0,8	1,7	3	0,5	0,3
			Min	2,6	-1,9	2,3	1,8	0,5	0,3
			Med	2,6	-1,1	1,8	2,6	0,5	0,4
		Ponto 3	Max	2,5	-0,4	1,4	2	0,6	0,8
			Min	3,1	-1,0	1,0	2,8	-0,5	1,2
			Med	2,5	-0,5	1,4	2,7	0,4	0,8

Pele

				Assento A			Assento B		
				Δt (t2 - t1)	Δt (t3 - t2)	Δt (t4 - t3)	Δt (t2 - t1)	Δt (t3 - t2)	Δt (t4 - t3)
Sujeito 1	Costas	Ponto 1	Max	0,2	0	1	0,2	0,7	0
			Min	0,9	1,6	-1,3	3	0,9	0,7
			Med	1	1,1	0,2	2,2	0,7	0,1
	Pernas	Ponto 2	Max	1,1	2,3	-0,1	2,3	0,1	0,5
			Min	0,4	1,6	0,4	1,2	0,8	-0,5
			Med	0,3	1,8	0,5	1	1,2	-0,7
		Ponto 3	Max	0,3	2,2	-0,4	1,2	0,7	0
			Min	0,7	1,7	0	1,5	1,1	-0,4
			Med	0,5	2,3	0,2	1,4	1,2	-0,4
Sujeito 2	Costas	Ponto 1	Max	1,5	0,4	0,3	3,2	-0,6	-0,4
			Min	-0,8	2,9	0,5	2,8	-1,6	1,4
			Med	1,2	0,6	0,6	4,15	-0,5	-0,4
	Pernas	Ponto 2	Max	2,2	1,1	0,3	4,1	-0,1	-0,8
			Min	1,6	0,9	0,7	2,5	-0,2	0,1
			Med	2,2	1,1	0,7	3,7	-0,3	-0,1
		Ponto 3	Max	1,5	1,4	0,7	3,9	0,2	-0,7
			Min	1,1	1	1,5	1,9	-0,4	0,4
			Med	1,8	1,4	1	3,4	-0,4	0
Sujeito 3	Costas	Ponto 1	Max	-1	1,3	-0,1	0,1	0,5	0,3
			Min	1	2,1	-0,5	1	1,1	0,5
			Med	0,3	1,4	0	1	0,6	0,4
	Pernas	Ponto 2	Max	1	1	0,9	0	1,6	0,9
			Min	0,5	0,4	0,8	1,2	1,4	0
			Med	1,2	0,7	0,8	0,5	1,7	0,3
		Ponto 3	Max	1	1,6	0,6	1,3	1,3	1,3
			Min	0,6	0,9	0,5	0,1	1,2	0,8
			Med	1,1	1,2	0,2	0,65	1,5	0,4
Sujeito 4	Costas	Ponto 1	Max	0,2	1,1	0,7	3,3	-1,1	1
			Min	2,3	-0,9	-0,3	3,7	-1,4	1,6
			Med	1,6	0,7	0,9	4,15	-1,1	1,1
	Pernas	Ponto 2	Max	2,2	0,8	1,1	2,4	-0,9	2,2
			Min	2,9	1,1	0,6	2,3	-1,1	2
			Med	2,9	0,9	1,0	2,5	-1	2,4
		Ponto 3	Max	0,7	1,1	1,0	2,3	-1,4	2,4
			Min	0,4	0,9	1,2	2,1	-1,1	1,1
			Med	0,9	1,1	1,1	2,65	-1,4	2,3
Sujeito 5	Costas	Ponto 1	Max	4,4	-0,8	0,8	4,6	1,1	0,1
			Min	1,1	-0,4	0,7	2,4	0,6	0,2
			Med	4,2	-0,8	0,7	4,2	1,1	0
	Pernas	Ponto 2	Max	1,6	-0,9	0,9	3	0,9	-0,1
			Min	1,9	-0,7	0,3	1,1	1,7	-2,4
			Med	2,4	-0,7	0,6	2,7	0,9	-0,5
		Ponto 3	Max	1,6	-0,3	0,9	1,4	1,1	0,3
			Min	-0,4	-0,2	0,8	2	1,4	-1,7
			Med	1,6	-0,5	0,7	2,25	1	-0,3

ANEXO 1 – Fatores que influenciam o conforto em assentos.

Aspectos Cinesiológicos: Possibilidade de Movimentação
Aspectos dimensionais
Assentos
Altura dos assentos em relação ao chão
Largura
Profundidade
Inclinação do assento
Encosto
Inclinação do encosto
Apoio Lombar
Altura
Largura
Apoio para os braços
Apoio para os pés
<i>Medidas do Pitch</i>
Materiais: Espumas e Revestimentos
Distribuição da Pressão no assento e no encosto da poltrona
Borda do assento curvada anteriormente
Grau de facilidade /dificuldade em relação à atividade pretendida

Fonte: Souza (2010).

ANEXO 2 – Termo de confidencialidade alunos Fundação Araucária

TERMO DE CONFIDENCIALIDADE

RENAULT DO BRASIL S.A., empresa com sede na Avenida Renault, nº 1500, Borda do Campo, na Cidade de São José dos Pinhais, Estado do Paraná, inscrita no CNPJ sob o nº 00.913.463/0001-73, representada na forma do seu Estatuto Social, neste ato denominada RENAULT;

Dalila Campigotto Weiss Costa, casada, estudante, residente no endereço: Rua Agamenon Magalhães, nº 238, apto 302 – 1 A - Bairro Centro Vel, na Cidade de Curitiba, Estado do Paraná, portador(a) do RG nº 9.608.408-9, inscrita(a) no CPF sob o nº 052.689.889-87, a (a) qual inferiremos, doravante denominado ALUNO;

CONSIDERANDO que o ALUNO participará do Programa da Fundação Araucária em parceria com a RENAULT, que teve início em 03 de julho de 2017, para desenvolvimento de projetos;

CONSIDERANDO que o ALUNO reconhecerá e terá acesso a informações de não fazer de confidencialidade de propriedade da RENAULT;

Resolvem as Partes firmar o presente termo, obedecendo as seguintes condições:

1. O ALUNO, por este instrumento e na melhor forma de direito, compromete-se a, durante um prazo de 10 (dez) anos contados a partir de 01 de abril de 2016, data de início do Programa da Fundação Araucária, a considerar como confidencial toda a documentação, informações e quaisquer outros dados relativos ou pertencentes à RENAULT, principalmente os dados utilizados e trocados na realização de pesquisas e publicação de artigos científicos envolvendo o nome da RENAULT, doravante denominadas simplesmente "Informações Confidenciais", tanto as que sejam fornecidas antes quanto após a data de assinatura deste Termo e não divulgará as mesmas a qualquer Terceira sem o consentimento prévio e por escrito da RENAULT;
2. Ademais, o ALUNO não duplicará ou reproduzirá as Informações Confidenciais relativas à RENAULT;
3. O ALUNO utilizará as Informações Confidenciais relativas à RENAULT somente com o objetivo de cumprir as obrigações referentes ao Programa Fundação Araucária;
4. Nenhuma das Partes divulgará a qualquer Terceira, seja ao público em geral sem o consentimento prévio por escrito da outra Parte o fato de que foi em sua posse Informações Confidenciais relativas ao Programa Fundação Araucária;
5. Qualquer informação divulgada por uma Parte à outra será tratada como confidencial, exceto as informações:
 - a) já conhecidas pela Parte que as recebe na data de sua divulgação, comprovadas por escrito, e/ou

b) que são de domínio público na data da assinatura deste instrumento ou que se tomem de conhecimento público durante a vigência do Instrumento e desde que não decorra de algum ato de violação do Contrato pela Parte que recebe, e/ou

c) divulgadas à Parte receptora por Terceiros de boa fé e sem restrição ou notificação de qualquer restrição, e/ou

d) legalmente requeridas por autoridade judicial, administrativa ou governamental que tenha jurisdição sobre as mesmas, ficando entretanto previsto que, nesse caso, a Parte incluída a divulgar qualquer informação notificará a outra imediatamente, por escrito, sobre o fato, de modo que esta possa buscar a ação apropriada.

6. A extinção do presente Termo em qualquer circunstância não afetará os direitos e obrigações de confidencialidade contidos neste instrumento com respeito às Informações Confidenciais.

7. Em caso de violação desta obrigação por qualquer uma das Partes, por si ou por qualquer de seus empregados, prepostos ou representantes, a Parte prejudicada estará legitimada a reclamar e exigir à outra Parte, conforme a legislação aplicável, a correspondente indenização por todos os danos ocasionados.

As Partes elegem o foro central da Comarca da Região Metropolitana de Curitiba, estado do Paraná, como o competente para dirimir qualquer dúvida ou questão oriunda deste instrumento, com exclusão de qualquer outro, por mais privilegiado que seja.

1^o, por estarem justas e contratuadas, assinam o presente Termo de Confidencialidade em 2 (duas) vias, obrigando-se a cumpri-lo por si e por seus sucessores.

17 de maio de 2018.

RENAULT DO BRASIL S.A.

Dalila Campigotto Weiss Costa

ANEXO 3 - APOIO FINANCEIRO